BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE POLONAISE DES SCIENCES ET DES LETTRES

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES
SÉRIE *B*: SCIENCES NATURELLES

ANNÉE 1920

CRACOVIE
IMPRIMERIE DE L'UNIVERSITÉ
1921

Le „Bulletin International" de l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres (Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles) paraît en deux séries: la première (A) est consacrée aux travaux sur les Mathématiques, l'Astronomie, la Physique, la Minéralogie, la Géologie etc. La seconde série (B) contient les travaux qui se rapportent aux Sciences Biologiques, y compris la Paléontologie.

Publié, par l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres, sous la direction de M. **Henri Hoyer**, membre délégué de la Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles.

Nakładem Polskiej Akademji Umiejętności.

Drukarnia Uniwersytetu Jagiellońskiego pod zarządem Józefa Filipowskiego.

Table des matières.

Page

L. Anigstein. Some observations on „Vibriothrix zeulanica“ (Castellani) . 1

A. Kozłowska. Sur les céréales fossiles néolitiques en Pologne 7

J. Talko-Hryncewicz. Le membre thoracique et les proportions de ses parties constituantes chez les différents peuples (résultats de recherches exécutées en 1915—1919) 15

J. Włodek. Recherches sur l'influence des engrais chimiques sur les coefficient chlorophyllien 19

J. Browiński. Dosage de l'urée dans le sang par le xanthydrol. Contribution à l'étude de la vitesse de la disparition de l'urée du sang pendant la digestion 53

Z. Fedorowicz. Embouchure des coeurs lymphatiques dans les veines des amphibies 56

Z. Wóycicki. La séparation des valves des anthères et le rôle du stomium 62

F. Tondera. Influence de la pesanteur sur les plantes plongées dans de l'eau 64

J. Nusbaum-Hilarowicz. Zur Histologie und Physiologie der Verdauungsorgane der Landasseln, zugleich ein Beitrag zur Kenntnis der Resorptionsvorgänge im Tierreich 67

St. Kulczyński. Über Myrmekophilie einiger polnischen Centaurea-Arten . 118

J. Prüffer. Neue melanotische Form von Vanessa io L. 121

J. Rostafiński. Le jardin botanique du roi Jean Casimir à Varsovie . . 125

J. Wołoszyńska. Die Seen des Czarnohorapasses 126

Table des matières par noms d'auteurs 127

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE POLONAISE DES SCIENCES ET DES LETTRES
CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES

SÉRIE *B*: SCIENCES NATURELLES

Obserwacje nad »Vibriothrix zeulanica« (Castellani). — Some observations on »Vibriothrix zeulanica« (Castellani).

Mémoire

de M. **LUDWIK ANIGSTEIN,**

présenté, dans la séance du 9 Février 1920, par M. E. Godlewski fils m. t.

(Planche 1).

The opportunity of investigating a strain of *vibriothrix zeulanica* was afforded me by Prof. Aldo Castellani who has kindly offered to the National Epidemiological Institute in Warsaw a collection of very interesting cultures of bacteria prevalent in tropical countries. Castellani had isolated *vibriothrix zeulanica* from dysenteric faeces in 1904.

The numerous synonimes of this bacteria (*spirobacillus zeulanicus*, *spiryllum zeulanicum*, *vibrio zeulan.*, *vibriothrix zeulan.*) go to show that as yet it has not earned a definite place in the System of Bacteria. The inclusion of this bacteria in one of the various groups was made difficult by its pleomorphism as well as by the fact that important morphological characteristics have not been until now clearly defined.

The strain represents a very mobile rod. It gives an abundant growth on ordinary agar, in dextrose agar, in broth and in 1% pepton water. In liquid media a scum is formed on the surface while the liquid itself becomes turbid after 24 hours at 37° C. A precipitate consisting of the bacteria is formed at the bottom of the tubes.

On agar plates circular transparent bluish colonies appear which closely resemble colonies of b. Shiga, a fact to which attention was drawn by Castellani in 1908. The larger colonies lose in time their transparency and become greyish in tint.

Under a magnification of 28 diameters a diversity in shape of the colonies can be noted. In general all the colonies, both large and small, appear in relief. The surface of the small semicircular ones is smooth, the edges are usually straight, sharply indented. Some of the smaller colonies exhibit wavy edges. The larger colonies assume craterlike shapes (Fig 1 a), while some of them are flattened or even concave (Fig. 1 b). The shape of the colony can best be observed by reducing the lighting of the microscopic field under a magnification of 28 diameters in reflected but not in transmitted light. From the point of view of structure, the colonies may be described as small-granular uniform with darkened centre and clearer edges. On gelatin plates, the smaller colonies appear as transparent droplets with a bluish tint; but in general the colonies formed on gelatin after 6 days at 22° C seem smaller than on agar. They are uniform in configuration in so far as they are all semicircular with regular sharp edge and a smooth surface.

Biochemical properties.

On Endo-plates, colonies of the vibriothrix do not differ from those b. Shiga and b. typhosus in so far as there is no change in colour. The fermentative properties of this strain have been described by Castellani (1918). I can only confirm the fact that neither gas nor acid is formed in mannit, maltose, dextrose, lactose, or saccharose. In fact, the contrary action i. e. the production of alcali, can be ascertained. Indol is not produced (method Kitasato-Salkowski). Gelatin is not liquefied after 72 hours.

Morphology.

Examination in a hanging drop shows a very active mobility. This active motion consists of a motion of translation combined with a rotation round the axis of the bacteria.

When observed in darkfield examination (Zeiss Apochr. Immersion 1·5 mm, comp. oc. 12) the rods show the presence of an intracellular polar, very refractile granule. At times I succeeded in observing in a ultramicroscope a fairly rapid rotation round the transversal axis of the rod. The above described somewhat complex active motions led to assume the presence of definite organs of mobility in the shape of cilia or flagella. The examination in darkfield did not disclose the presence of any such organs.

In dried smears fixed by heat or methylated spirit and stained by either gentian-violet, cristal-violet or carbol-fuchsin, the bacteria appear as uniformly stained slender bacilli, at times somewhat curved. They are stained best by cristal-violet (Benda) or by fuchsin. Side by side with the slender bacilli there may be noticed shorter forms considerably thicker and more deeply taking the stain. On first sight it looks as if the culture were impure. Any such doubts can however be dispelled by using the classical method of Koch of fractionated plating. Castellani himself has already drawn attention to the fact of this pleomorphy.

He has also mentioned the appearance on 48 hours slant agar cultures and particularly on the surface of broth-cultures of long threads which resemble spirillae by their slow wavy movements. We shall learn presently that those threads consist each of a number of bacilli. In the older cultures pleomorphy is most accentuated and globoid bodies can be observed („formes coccoïdes" Castellani, Fig. 5, 6). These cannot be spores, for they are all destroyed by the temp. of 60° C in 3 minutes.

In the selection of a technique for the clearing up of the morphology of this strain I was guided by the assumption that the vibriothrix must be endowed with organs of mobility. By fixing the organisms while still alive I tried not to damage those assumed delicate formations. My technique consisted in the following. I touched a slant agar culture with a platinum-wire and I emulsified the material in one loopful of tap water on a slide. I then mixed this emulsion with a drop of water containing 2% osmic acid in a proportion of 3 to 1. After some 10 seconds the emulsion was smeared over cover-slips which had previously been flamed. All further procedures were copied scrupulously from the silver-impregnation method of Zettnow as described in the „Lehrbuch der Bakteriologie", by Ludwig Heim, 1918, Stuttgart, p. 184.

The first trials were crowned with results which entirely supported the assumption. The majority of the bacilli were shown to possess one polar flagella while others exhibited one or two cilia at each pole (Fig. 3); only a few organisms were deprived of these formations. In spite of the subtle manipulations a great many cilia appeared free in the microscopic field severed from the bacterial bodies. Those threads resembled spirilles or spirochetes (Fig. 3, 5). In some of them there was at one end a darkly stained granule

(basal body). In well impregnated slides (Zeiss Apochrom. 2 mm., oc 12) it may be noticed that free cilia consist of a number of minute granules in the form of beads. It has been mentioned that individual organisms with two cilia at each end may be met with. In particularly successful slides I was satisfied that I could see at every pole 3—4 cilia in one bunch (Fig. 6). It is difficult however to establish their mean number owing to their extreme fragility and the ease with which they become detached from the bacterial bodies. It is possible that the number in each instance excedes four.

The cilia are also present round the globoid bodies. I have noted some of these with two cilia on a joint basis (Fig. 6). Such bodies, though not ciliated, were described by Almquist (2) in the course of his studies on b. Shiga. He designated them by the name of „Cönidia" assuming that they represented forms of evolution which appeared *in vitro* under unusual conditions. It is obvious that the mobility of previously mentioned threaded rod formations is due to the presence of the cilia. Amongst those elongated forms we notice on impregated slides also some relatively short ones with uniform contents while others appear considerably longer and consist of a series of bacilli coupled together pole to pole. Those threads are surrounded by a membrane which appears as a dark contour. Fig. 4 and 5 shows such forms consisting of several bacilli with a gap in their continuity just as if these threads were empty at places. Other threads (Fig. 6) consist of a series of bacilli solidly filling up the whole thread. We may assume that these threads may be either forms of evolution or involution. In the latter instance we should expect their plentiful presence, particularly in old cultures. Yet I have seen no elongated forms in ten weeks old dried up slant agar cultures. It is obviously difficult to settle this question on the ground of the above incomplete observations, but one may suggest that the threads represent one of the forms of evolution of this strain. The contents of these threads would on that assumption break up into bacilli possessed of cilia which, as shown on Fig. 6, are fixed between the rods.

The viability of *vibriothrix* at the room temp. (10—14° C) is fairly long for abundant growth may be obtained on slant agar after 18 hours incubation when inoculated from a 10 weeks old dry agar culture. In fresh cultures the bacilli had a normal appearance, all of them showing the presence of cilia. On the other

hand, in the ten weeks old cultures there were numerous deeply stained polar bodies, the protoplasm of the majority of the bacilli being somewhat contracted. Practically all the bacilli were possessed of cilia, I did not observe however any elongated forms.

On a brief summary of the morphology of *vibriothrix*, the following characteristic features may be taken as typical:

A pleomorphic highly mobile bacillus surrounded by a membrane with two bunches of cilia on the poles. Non-sporulated it shows a tendency of growing into long bacilli or into threads consisting of a series of rods. It does not take the gram.

Taking into account also biochemical properties, we may draw the following diagnostic table.

Length in M	Cilia	Gram	Growth		Liquefaction in gelatin	Growth in broth		Spore	Indol	Fermentative reactions
			Aerobic	Anaerobic		Turbidity	Scum			
1·5—7·0	+	−	+	−	−	+	+	−	−	−

As to the toxicity and pathogenicity of the strain, it did not prove toxic in any way to laboratory animals and so far all experimental evidence as to its deletorious effects on man is lacking. The only results of Castellani respecting this went to show the frequent presence of the bacilli in dysenteric faeces in tropical countries. It remains to investigate whether or not *vibriothrix* plays any rôle in secondary changes in dysentery as, for example, in the formation of the ulcers. These bacteria should be looked for particularly at the present moment when mass return movements of troops from tropical countries are taking place. The colonies of *vibriothrix* by superficial examination may be mistaken for those of b. dysenteriae Shiga. The decisive proof is that of sugar fermentations (acid in glucose) but it must be borne in mind that at times strains of b. Shiga refuse to ferment glucose. In such cases the mobility of *vibriothrix* will decide in its favour, while

final proof would be given by adopting the silver impregnation method of Zettnow.

It must be emphasised here that the cilia to which the mobility of *vibriothrix* is due are so extreemely delicate that dark ground examination does not bring them into evidence.

It is my pleasant duty to record my thanks to Professor Aldo Castellani for the encouragement he has given me in the initiation of this short study. I may add that I had the advantage of demonstrating him the cilia as shown by the Zettnow method during his second visit to our Institute in August 1919.

From the National Epidemiological Institute (Warsaw) under the directorship of Dr. L. Rajchman.

Bibliography.

1. A. Castellani. Journ. Ceylon Branch. British Med. Assoc. 1909.
2. A. Castellani. Philippine Journ. of Science. Vol. V, Nr. 2, 1910.
3. A. Castellani, V. Spagnuolo et C. Russo. Quelques observations sur le Spirobaccillus zeulanicus Cast. Bulletin de la Société de Pathologie exotique. T. XI. 1918. Nr. 4.
4. Kolle-Wassermann. Handbuch der pathogenen Mikroorganismen 1913. Bd. III, p. 915.
5. Ludwig Heim. Lehrbuch der Bakteriologie. Stuttgart. 1918.
6. F. E. Taylor. On the Spirobacillus zeulanicus (Cast.) Journ. of Pathology and Bacteriology. Vol. XXII 1919.

Explanation of the plate.

Fig. 1 a, b, c, d. Various colonies of *vibriothrix* on agar-plates after 24 hours incubation. Magnification 28 diam.

Fig. 2 e, f, g, h. Colonies of *vibriothrix* on Endo-Agar plates after 24 h. incubation. Magnification 28 diam.

Fig. 3. *Vibriothrix* Z. Silver impregnation method (Zettnow). Isolated cilia, one with a polar (basal) body. Bacilli on slant agar culture after 24 h. incubation.

Fig. 4. Elongated bacillus. Thread forms. One bacillus with the inclusion of polar bodies. Bacilli on slant agar culture after 48 h. incubation (Zettnow method).

Fig. 5. Globoid forms. Next to them isolated cilia. Long threaded forms which contain the bacilli. Bacilli on slant agar culture after 7 days incubation. Zettnow-technique.

Fig. 6. Bacilli and globoid forms with cilia. „Thread" consisting of a series of bacilli. In some places cilia between the bacilli. Zettnow-technique.

The magnification of Figs. 3, 4, 5, 6: 1500 diameters (Zeiss, Immers-Apochrom. 2 mm., Comp.-Ocul. 12).

O pszenicach neolitu. — Sur les céréales fossiles néolithiques en Pologne.

Note

de M^lle^ ***ANIELA KOZŁOWSKA,***

présentée, dans la séance du 9 Février 1920, par M. J. Rostafiński m. t.

Introduction. Les restes végétaux qu'on trouve parmi les traces de l'activité de l'homme préhistorique sont le plus souvent à l'état carbonisé. Dans la majorité de cas, ce sont des grains de céréales qui se trouvent directement en un foyer ou bien sont contenus dans une urne. Les recherches sur les céréales fossiles de l'Europe occidentale sont tellement avancées qu'on peut établir une succession d'espèces cultivées presque complète. Par contre, en Pologne et en Russie aucune étude critique des céréales fossiles n'a encore été faite et, par suite, l'étude des migrations des céréales en Europe pendant les temps préhistoriques n'a pu être assise jusqu'à ce jour sur des faits certains. Les plus anciennes céréales constatées d'une manière certaine en Europe proviennent de la période néolithique, c'est à dire de la période plus récente de l'âge de pierre à partir de laquelle l'homme a commencé une vie sédentaire. Les plus riches trouvailles de céréales fossiles ont été faites dans les cités lacustres suisses, en Danemark, en Bohème, en Hongrie, en Bosnie, dans l'Italie du nord et enfin en Égypte. En Pologne, on n'a jusqu'à présent trouvé des céréales fossiles que dans la péninsule dite „Mierzeja Kurońska" („kurische Nehrung" en allemand); elles proviennent de la partie la plus récente de la période néolithique.

Dans l'état actuel de nos connaissances, les relations génétiques entre les diverses espèces du blé se présentent de la manière suivante:

Espèces spontanées	Espèces cultivées	
	Espèces à grains ne se détachant pas au battage	Espèces à grains se détachant au battage
T. aegilopoides →	T. monococcum →	inconnues
T. dicoccoides →	T. dicoccum →	T. durum → T. polonicum T. turgidum
inconnues	T. Spelta →	T. vulgare T. capitatum [1]) T. compactum

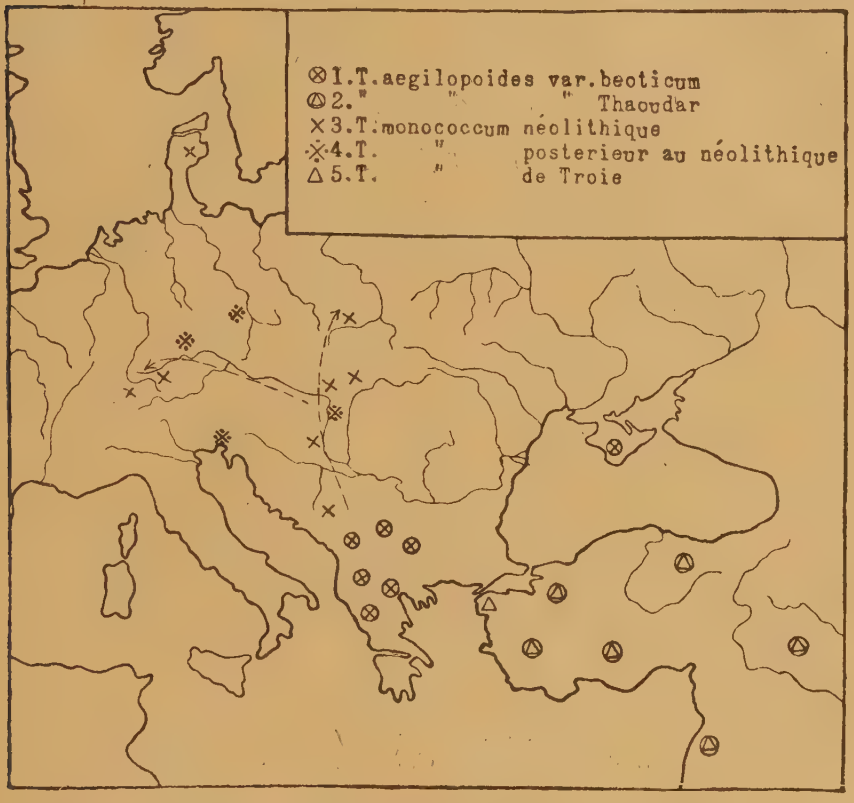
Aperçu des recherches faites jusqu'à présent sur la culture du blé. Une espèce de blé néolithique très commune est le *T. monococcum*. C'est surtout en Hongrie et en Bosnie qu'on en a trouvé des restes abondants, c'était la plante qu'on y cultivait le plus souvent pendant la période néolithique. On l'a trouvée en outre dans l'Allemagne du Sud et dans une localité (Lindskow) en Danemark. La répartition géographique des trouvailles néolithiques de *T. monococcum* est la même que celle des poteries à bandes caractéristiques pour la vie sédentaire agricole. Les vestiges les plus anciens de cette industrie ont été trouvés en Serbie à Butmir avec des restes de *T. monococcum* sans aucune autre espèce de blé. De là *T. monococcum* avec la céramique à bandes remonte le Danube en atteignant d'une part l'Allemagne du Sud, d'autre part la Petite Pologne en passant par la Moravie (voir la carte).

Les nombreuses trouvailles néolithiques de *T. dicoccum* ont une distribution différente. On les a faites en Egypte, dans l'Allemagne du Sud, en Danemark, dans la péninsule „Mierzeja Kurońska" et enfin en Bohème, ce qui cependant n'est pas certain. Il est très remarquable qu'on n'a pas constaté dans les temps préhistoriques d'espèces provenant du *T. dicoccum*, c'est à dire *T. durum* et *T. turgidum* [2]). Par contre, presque toutes les trouvailles néolithiques con-

[1]) MM. Schulz et Malinowski considèrent *T. capitatum* comme espèce distincte de *T. compactum* et *T. vulgare* et du même rang avec eux (cfr. Schulz, Die Geschichte der kultivierten Getreide, Halle 1913; Malinowski, Le polymorphisme du blé provoqué par croisement, Varsovie 1916 [en polonais]).

[2]) Une trouvaille peu sûre a été signalée dans le travail de M. O. Heer, Die Pflanzen der Pfahlbauten, Zürich 1865.

tiennent les espèces provenant du *T. Spelta: T. vulgare* et *T. compactum*, cependant *T. Spelta* lui-même ne s'y trouve pas. Cette espèce n'est connue en Europe que depuis l'âge de bronze; on en a trouvé des vestiges en deux points de la Suisse et à Halstadt



en Bavière [1]). On a avancé diverses hypothèses pour expliquer l'absence de *T. Spelta* dans les gisements néolitiques; on les trouve dans les travaux de MM. Buschan [2]), Stadman [3]), Solms-Laubach [4]) et Schulz [5]). Il est remarquable qu'on ne connaisse aucune espèce ancestrale spontanée de *T. Spelta*.

[1]) A. Schulz, Über prähistorische Reste des Einkorns und Triticum Spelta aus Süddeutschland. Berichte d. Deutsch. Bot. Ges. 1918.

[2]) Buschan, Vorgeschichtliche Botanik. Breslau 1895.

[3]) Hoops, Waldbäume und Kulturpflanzen im germanischen Altertum 1905.

[4]) Solms-Laubach, Weizen und Tulpe und deren Geschichte. Leipzig 1899.

[5]) Schulz, Die Geschichte der kultivierten Getreide. Halle 1913.

Trouvailles polonaises. On ne connaissait jusqu'ici qu'une seule trouvaille de céréales fossiles; c'est celle de la péninsule „Mierzeja Kurońska" avec *T. dicoccum* et *Hordeum sp.* provenant de la partie la plus récente de la période néolithique [1]).

Dans ce travail j'ai profité d'échantillons néolithiques conservés au Musée d'Archéologie de M. E. Majewski à Varsovie. Ils proviennent d'une partie de la grotte Górna à Ojców et d'autre part de la localité Złota située près de la ville de Sandomierz. En outre j'ai pu utiliser dans la même collection les céréales provenant du début de la période historique. Le Musée Mielżyński à Poznań m'a aussi fourni des empreintes de grains de céréales sur des poteries néolithiques trouvées à Odolanów.

Les échantillons de la plus grande valeur étaient ceux recueillis à Ojców par M. J. S. Czarnowski [2]). J'ai réussi à y distinguer, au moyen de cribles appropriées, quatre espèces de blé et le seigle.

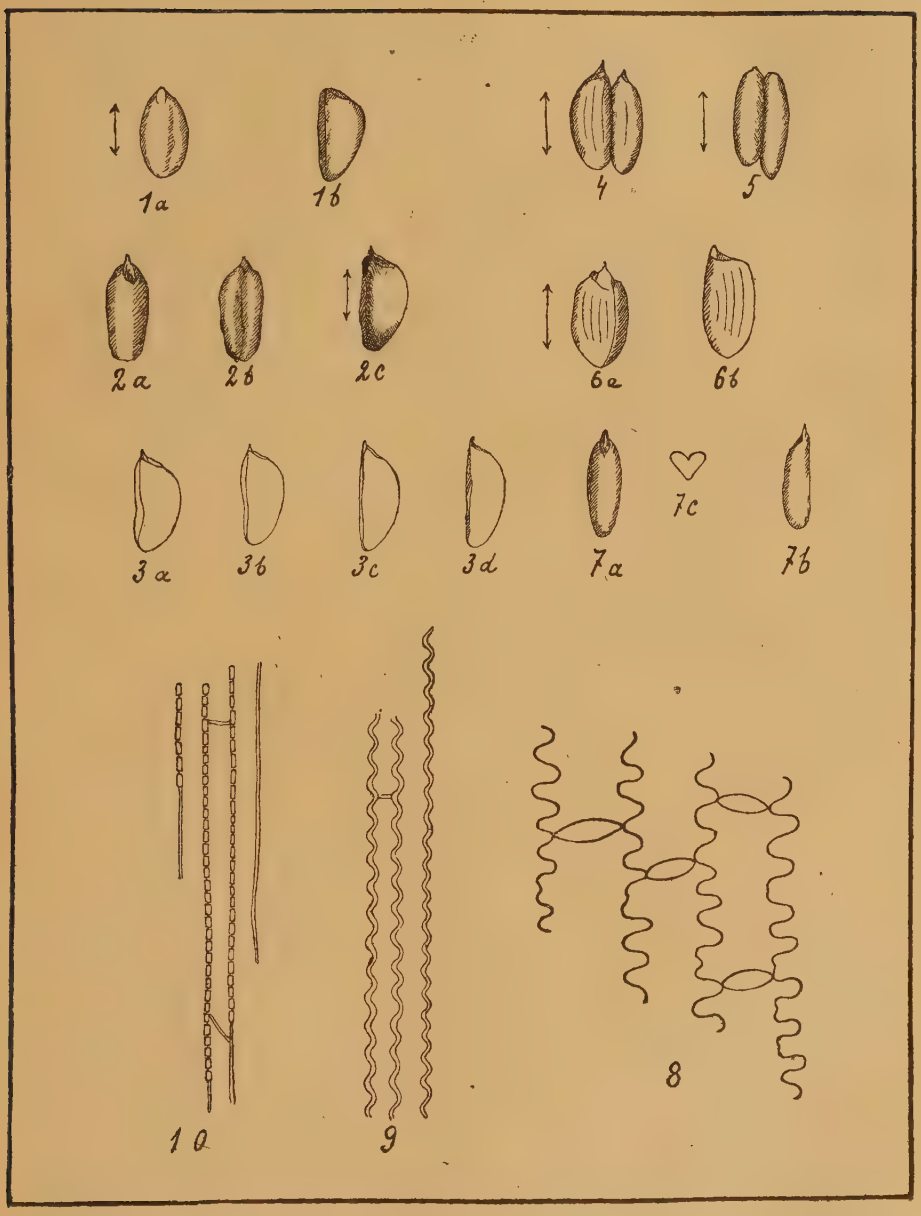
T. monococcum constituait un quart de ces matériaux. Ses caryopses sont fortement comprimés et ont une épaisseur de 1·5—2·2 mm. A la face ventrale le sillon est bordé par les rebords tranchants. Les côtés sont longés par des petits sillons qui ne sont autre chose que les traces des glumelles. Les caryopses fossiles de cette espèce sont plus petits que ceux de la plante cultivée actuellement, ils ne présentent que 5·5—6·8 mm en longueur sur 6·8—8·5 mm pour la plante actuelle.

En second lieu se présentait *T. compactum* avec les caryopses très sailants sur la face dorsale, ayant une longueur de 4·6—5·4 mm, une largeur de 2·3—3·0 mm et une épaisseur de 2·3—2·6 mm (fig. 1a, 1b).

T. vulgare apparaît sous diverses formes qui se distinguent les unes des autres par la face dorsale de leurs caryopses plus ou moins saillante. Les dimensions des caryopses étaient de 5·5—6·5 mm en longueur, 2·5—3·0 mm en largeur et 2·5—3·5 mm en épaisseur (fig. 2a, 2b, 2c). Nous avons ici toutes les transitions depuis les caryopses à dos très saillant jusqu'à ceux tout à fait plats caractéristiques pour *T. vulgare* actuel (fig. 3a, 3b, 3c, 3d). Ce polymor-

[1]) Er. Wahle. Ostdeutschland in jungneolithischer Zeit. Würzburg 1918.

[2]) J. S. Czarnowski. Les grottes des rochers Ogrojec „Pamiętnik Fizjograficzny" Vol. XXII (en polonais).


1a
1b
4
5
2a
2b
2c
6a
6b
3a
3b
3c
3d
7a
7c
7b
10
9
8

phisme de *T. vulgare* fossile a déjà été observé par MM. Heer [1]), Staub [2]), Schulz [3]), sans qu'on eût pu en expliquer les causes.

La quatrième espèce de blé était enfin *T. Spelta*. La détermination de cette espèce qu'on ne connaissait pas auparavant pour la période néolithique a été facilitée par la comparaison avec le *T. dicoccum* fossile provenant du loess de Złota. Ce *T. dicoccum* fossile présente les caractères suivants. Le dos des caryopses saillant, asymétrique, le plus souvent tranchant. La face ventrale plate, avec une faible concavité. Les deux côtés sont longés par des traces des glumelles. Certains caryopses ont conservé des restes du rachis et même les glumelles. Les dimensions des caryopses sont: 5·4—7·4 mm (longueur) sur 2·7—4·0 mm (largeur) et sur 2·3—3·8 mm (épaisseur). Les caryopses sont solitaires, sauf quatre accolés deux à deux. Les caryopses doubles de *T. dicoccum* rappellent ceux de *T. Spelta* d'Ojców, mais ils se distinguent par des nombreux caractères différents ainsi qu'on peut le déduire du tableau suivant:

T. dicoccum	T. Spelta
Traces de glumelles sous forme de sillons	Pas de traces de glumelles
Dos fortement saillant, tranchant	Dos faiblement convexe de la même manière que chez T. vulgare
Face ventrale plate, faiblement concave	Face ventrale un peu aplatie, mais non pas concave.

Ainsi donc la présence de *T. Spelta* dans la trouvaille d'Ojców est bien établie. C'est pour la première fois qu'on trouve cette espèce de blé dans la période néolithique.

Il est remarquable que les deux trouvailles que nous venons de signaler contiennent des espèces de blé différentes. Le blé

[1]) Heer. Die Pflanzen der Pfahlbauten.

[2]) Staub. Prähistorische Pflanzen aus Ungarn. Berichte der deutsch. bot. Ges. 1861.

[3]) A. Schulz. Über einen Fund hallstattzeitlicher Roggenfrüchte in Mitteldeutschland. Berichte deutsch. bot. Ges. Bd. 34. 1917.

d'Ojców se trouve avec la poterie à bandes, tandis que la trouvaille de Złota révèle une influence venant du Nord-Ouest, comme le prouvent les recherches non encore publiées de M. L. Kozłowski. *T. dicoccum*, inconnu dans le Midi, n'était cultivé qu'au Danemark et dans la péninsule „Mierzeja Kurońska".

Outre le blé, j'ai trouvé parmi les céréales d'Ojców le seigle *(Secale cereale)*. Cette plante ne se trouvait pas jusqu'à présent dans les trouvailles néolithiques européennes; ce n'est que depuis la période romaine qu'on en avait constaté la culture. Les caryopses du seigle d'Ojców avaient les caractères suivants (fig. 7 a, 7 b, 7 c). L'embryon est saillant, en pointe; l'extrémité opposée du caryopse est comme coupée transversalement; le dos est faiblement convexe, mais à saillie tranchante; la coupe transversale est distinctement triangulaire. La longueur est de 6·5—7·0 mm, la longueur de 1·8—2·3 mm, l'épaisseur de 1·9—2·3 mm.

Parmi les caryopses j'ai trouvé des bribes de l'épiderme du seigle provenant des tiges et des glumes ou des glumelles. Il est facile de distinguer l'épiderme de la tige du seigle de celui du blé; pour le seigle les parois cellulaires latérales sont ondulées (fig. 9), tandis qu'elles sont rectilignes pour le blé. Par contre, l'épiderme des glumes et des glumelles de ces deux sortes de céréales a le même aspect: les cellules relativement grandes, plus grandes que celles des tiges, ont des parois latérales ondulées.

Pour plus de sûreté, j'ai comparé le seigle d'Ojców à celui de Piotrkówka (près de Radom) provenant du début de la période historique. Les caractères de ces deux seigles étaient parfaitement concordants. La présence du seigle dans la période néolithique se trouve donc établie. La culture de cette céréale en Pologne est par conséquent aussi ancienne que celle du blé.

Les empreintes des grains sur les poteries néolithiques d'Odolanów n'ont pu être déterminées exactement. En tout cas, elles se rapportent à une espèce d'orge (*Hordeum sp.*).

Avec les céréales dans la grotte d'Ojców et à Złota on a trouvé aussi du charbon de bois. Après l'avoir traité par l'acide nitrique et le chlorate de potassium je l'ai examiné au microscope; j'ai trouvé dans le charbon d'Ojców *Quercus sp.* et *Pinus silvetris*, dans celui de Złota — *Fraxinus excelsior*. Ce dernier résultat concorde avec un fait bien connu, à savoir que, dans les forêts de chêne et de frêne se trouvent souvent intercalées des prairies; cet emplacement

était le seul en Pologne où l'homme préhistorique s'est trouvé capable d'aborder la culture des céréales.

Résultats. 1) Pour la première fois nous avons constaté dans la période néolithique en Pologne la présence de cinq espèces de blé, notamment: *T. monococcum*, *compactum*, *vulgare*, *Spelta et dicoccum*.

2) Nous avons constaté pour la première fois la présence de *T. Spelta* pendant la période néolithique en Europe.

3) Nous avons constaté la présence du seigle en Europe dans la période néolithique contrairement à l'opinion jusqu'ici admise suivant laquelle le seigle aurait été apporté en Europe pendant l'âge de bronze.

Institut Botanique de l'Université Jagnellonne.

Kończyna górna i stosunek oddzielnych jej części u różnych plemion (na zasadzie badań, dokonanych w latach 1915—1919). — Le membre thoracique et les proportions de ses parties constituantes chez les différents peuples (résultats de recherches exécutées en 1915—1919),

Note

de M. ***J. TALKO-HRYNCEWICZ*** m. c.,

présentée dans la séance du 8 Mars 1920.

Les extrémités de l'homme, en général, et l'extrémité supérieure, en particulier, ne constituent pas un caractère ethnique principal, mais seulement un caractère zoologique différenciant l'homme des singes; c'est à cause de cela que les anthropologues ne s'en occupèrent pas beaucoup. Les premiers qui à ce sujet ont fait des études anatomiques comparées étaient Broca, Virchow, Hamy; après eux une série de savants, comme Ecker, Gegenbaur, Kollmann, Ranke, Rauber et d'autres s'en sont occupés. Mais ces auteurs prenaient rarement en considération la longueur et les proportions du membre thoracique chez un nombre considérable de sujets étudiés, surtout parmi les peuples de l'Europe (si l'on exclut les études concernant les enfants des écoles). En Russie, où l'on avait exécuté la plupart des recherches de cette sorte, on n'a fait en tout que 558 mensurations chez un peuple qui est l'un des plus nombreux de l'Europe Orientale, les Grands-Russiens, et encore plusieurs savants y avaient collaboré (Rojdestvensky, Galaï, Loukine, Grigoriew, Spiridonow, Lebiediew). Chez les Blancs-Russiens, on a fait 614 mensurations (Eichholz, Rojdestvensky, Zdrojewski, Piątkowski), chez les Ukraïniens 317 (Diebold, Kojoukhov, Guiltschenko) chez les Polonais 206 (Elkind), plus 100 mensurations (prises par Dzierżyński); chez les Juifs

200 (Elkind). Les peuples de l'Asie Orientale ont été étudiés à ce point de vue par Guiltschenko, Djavakhov, Ivanovsky, Borotov, Chendrikovsky, Talko-Hryncewicz, Tvarianovitch et d'autres. Cependant, dans ces études, non seulement on avait appliqué des méthodes de mensuration différentes, mais encore la même méthode chez les divers auteurs donne souvent des résultats tout-à-fait différents. En outre, la plupart des savants mentionnés n'ont pas fait de mensurations des parties séparées du membre thoracique, et ils ont rarement mesuré la paume et les doigts de la main séparément; notamment Brennsohn chez les Lithuaniens, Grünning chez les Lettes, Waldhauer chez les Lives et Weissenberg chez les Juifs et les Grecs, ont fait ces mesures.

Pendant la guerre, de 1915 à 1919, l'auteur a profité d'un séjour forcé à Pétrograde et y a exécuté des mesures du membre thoracique chez les soldats malades des hôpitaux et chez les prisonniers de guerre de différentes nationalités. Il a completé ensuite ces recherches après son retour à Cracovie. Il a étudié en tout 3591 individus masculins. La plupart de ces observations concernent des hommes âgés de 18 à 30 ans (73·8%). Les sujets examinés appartenaient à 21 groupes ethniques; le nombre de ces groupes monte à 30, si l'on tient compte de leurs subdivisions. La plus grande partie des observations se rapporte aux Grands-Russiens (1447); la seconde place est occupée par les Polonais (899); ensuite viennent les Ukraïniens (445), les Blancs-Russiens (204), les Lithuaniens et les Lettes (125); les autres peuples sont représentés par 100 hommes dans chaque cas ou même moins; pour certaines populations on n'a réussi à réunir que quelques observations, et il y a même des cas où l'on n'a trouvé qu'un seul représentant d'une population donnée.

Les observations comprenaient les mesures de la hauteur de la taille, de la distance du niveau du sol jusqu'à l'acromion, au point radial, au stylion et au dactylion. En retranchant ensuite ces distances de la hauteur de la taille on établissait la relation de la longueur du membre thoracique en entier, du bras, de l'avant-bras et de la main par rapport à la taille prise pour 100. En outre, on a mesuré la largeur de la paume de la main et son rapport à la longueur de la main et à la hauteur de la taille. Les doigts de la main ont été mesurés d'après les deux méthodes. En les mesurant directement, on trouvait leur longueur absolue; leur longueur rela-

tive était calculée d'après leurs contours tracés sur une feuille de papier: une ligne horizontale tirée au niveau du bout du troisième doigt (le plus long) donnait son rapport aux autres doigts. L'auteur traçait, en outre, les contours des mains sur le papier, pour étudier leurs formes et les rapports de leurs parties. Presque toujours on étudiait le membre thoracique droit, comme le mieux développé (81·5%); ce n'est que dans le cas d'absence ou de maladie de l'extrémité droite que l'extrémité gauche était mesurée (18·5%).

De ces observations on peut tirer les conclusions suivantes:

1. Les peuples étudiés ont le membre thoracique long. Sa longueur moyenne oscille entre 46·4 et 49·3 par rapport à la taille = 100. Ce sont les Kirghiz qui ont l'extrémité supérieure la plus longue (49 3). Après eux, la première place appartient aux Bouriates (48·0); la place moyenne est occupée par les Slaves: Polonais, Ukraïniens, Blancs-Russiens, Grands-Russiens et Tchèques (de 46·8 à 47·0), puis par les Moldaviens (47·1), les Letto-Lithuaniens (47·4), les Allemands (47·0), les Finnois orientaux (47·2) et occidentaux (46·9), les Juifs (46·9) et les Géorgiens (46·8). Les plus courtes extrémités supérieures se rencontrent chez les Arméniens et les Tartares (46·5) et chez les Grecs (46·4).

2. Une plus ou moins grande longueur du membre thoracique produit l'augmentation ou la diminution des proportions de ses parties constituantes. Ainsi, chez les Bouriates et les Kirghiz la longueur du bras (21 et 21·5) ne diffère que très peu de celle des autres peuples, mais la longueur de leur avant-bras (16·4 et 17·0) et de leur main (10·6 et 10·9) est beaucoup plus grande en comparaison des autres. Les Arméniens, les Tartares, les Géorgiens et les Grecs conservent les dimensions moyennes du bras (20·3—20·8), de l'avant-bras (15·4—15·6) et de la main (10·2—10·7); tandis que les Slaves, les Juifs et surtout les Lettes et les Finnois ont le bras (20·6—21·1) et l'avant-bras (15·7—15·9) un peu plus longs mais les mains plus courtes (10·1—10·3). Chez les Lithuaniens et les Allemands, la longueur du bras (20·7—20·8) et de l'avant-bras (15·6—15·7) est presque la même que chez les précédents, mais leurs mains sont plus longues (10·7—10·8).

3. Chez tous les peuples étudiés, lorsque la taille s'élève, le membre thoracique, de même que ses parties constituantes, augmentent de manière correspondante.

4. L'indice brachial (rapport de l'avant-bras au bras) est le plus

grand chez les Kirghiz (79·0), ensuite chez les Bouriates et les Finnois orientaux (77·8); il est un peu moindre chez les Ukraïniens (73·3), chez les Grands-Russiens (76·8) et les Blancs-Russiens (76·2); enfin il est le plus petit chez les Allemands (75·8), les Juifs (75·6), les Géorgiens et les Grecs (75·4), les Polonais (75·2), les Lithuaniens (75·0) et surtout chez les Tartares (73·8), les Lettes (73·4) et les Tchèques (72·7).

5. Le rapport de la largeur de la main à la taille = 100 oscille peu. Ce rapport est le plus grand chez les Kirghiz (5·0) puis chez les Tartares, les Finnois orientaux et les Polonais (4·9); le rapport le plus petit se rencontre chez les Bouriates et les Grecs (4·7). Les autres peuples, comme les Ukraïniens, les Blancs-Russiens, les Grands-Russiens, les Letto Lithuaniens, les Finnois occidentaux, les Tchèques, les Allemands, les Moldaviens, les Arméniens, les Géorgiens, occupent une place intermédiaire (4·8). La différence entre ces divers peuples apparaît d'une manière plus nette dans le rapport de la largeur de la main à sa longueur (indice de la main). Ainsi les Kirghiz (48·7) et les Finnois occidentaux (48·5) ont la main la plus large et la plus épaisse. Les Polonais ont une main assez grande (47·7) par comparaison aux peuples apparentés, comme les Blancs-Russiens, les Ukraïniens et les Grands-Russiens (46 8). Tout près des Polonais, quant à la grandeur de la main, nous trouvons les Finnois orientaux, les Tartares (47·6) et les Lettes (47·4). On trouve une main plus petite chez les Tchèques (46·5), les Juifs (46·4), les Arméniens (46·3) et surtout chez les Allemands et les Moldaviens (45·2). C'est par la main la plus petite et la plus fine que se distinguent les Géorgiens (44·8), les Bouriates (44·6) et les Grecs (44·4). Une main gracieuse et étroite constitue un des caractères distinctifs des peuples d'Orient; tandis que les peuples d'Occident ont, en général, une main large.

6. La longueur absolue des doigts de la main, de même que leur longueur relative, se rangent dans l'ordre suivant: le troisième doigt (majeur) est le plus long, après lui le quatrième (annulaire), le deuxième (index) et le cinquième (auriculaire), tandis que le pouce est le plus court de tous.

Badania nad wpływem nawozów sztucznych na spółczynnik chlorofilowy. — Recherches sur l'influence des engrais chimiques sur le coëfficient chlorophyllien.

Mémoire

de M. **JEAN WŁODEK**,

présenté, dans la séance du 5 Juillet 1920, par M. L. Marchlewski m. t.

I. Les recherches de Sir G. G. Stokes (1) et de Sorby (2) ont démontré que la chlorophylle est composée de deux éléments: de la chlorophylle „bleue" et de la chlorophylle „jaune". D'un autre côté, les recherches de M. Hartley (3), exécutées à l'aide d'une méthode différente, de même que celles de M. Monteverdé (4), ont confirmé l'existence de deux pigments verts.

D'après MM. Etard (5) et Willstätter (6), les espèces des pigments verts dans la plante seraient plus nombreuses. Depuis, M. Willstätter a changé d'avis; quant à M. Etard, on peut trouver jusqu'à ce jour les théories que ce savant a proposées dans des ouvrages didactiques (7), malgré les travaux de MM. Marchlewski et Schunk (8) et les recherches ultérieures de M. Marchlewski (9) qui ont tranché la question de la dualité de la chlorophylle [1]).

Ces deux chlorophylles (dont la caractéristique ne nous occupera pas ici) ont été appelées par M. Marchlewski: *néochlorophylle* (chlorophylle „bleue") et *allochlorophylle* (chlorophylle „jaune"). Elles ont reçu de M. Willstätter le nom de *chlorophylle a* et *b*, et de M. Tswett celui de *chlorophylle* α et β. Dans le

[1]) M. Stoklasa admet même trois chlorophylles. (Voy. „Beitrag zur Kenntnis der Zusammensetzung der Chlorophylle" de M. Stoklasa et de ses collaborateurs. Bot. Centr. 30. I. H. 1-2, p. 167—235).

travail présent nous nous servirons de la nomenclature proposée par M. Marchlewski.

Sorby (2) supposait que le rapport des parties constituantes de la chlorophylle (c'est-à-dire de la néochlorophylle et de l'allochlorophylle) fût subordonné à l'action du soleil. Cependant, M. Marchlewski (8 et 9) a démontré que ce rapport dépend des conditions de climat et de végétation. Les recherches de M. Wagner (10) ont pleinement confirmé les conclusions de M. Marchlewski. M. Willstätter (11) qui avait accepté déjà la dualité de la chlorophylle, a admis que le processus de l'assimilation par la plante du carbone de l'anhydride carbonique de l'air se manifestait par l'oxydation de la néochlorophylle. D'après M. Willstätter, la composition chimique de la néochlorophylle (chlorophylle *a*) s'exprime par la formule: $C_{55}H_{72}O_5Az_4Mg$, tandis que la composition de l'allochlorophylle (chlorophylle *b*) est donnée par la formule: $C_{55}H_{70}O_6Az_4Mg$.

Tout en admettant la possibilité de l'oxydation des chlorophylles dans le processus d'assimilation du carbone, en quoi il est d'accord avec M. Timiriaziew (12), M. Willstätter prouve cependant ensuite que le rapport des chlorophylles varie peu aux différentes heures de la journée, de même qu'il est presque indépendant du développement de la plante et de sa situation. M. Marchlewski déterminait les chlorophylles, extraites des feuilles desséchées, à l'aide du spectrophotomètre et par la méthode de l'extinction de la lumière monochromatique; les matériaux utilisés par lui présentaient des grandes différences au point de vue de la végétation. Quant à M. Willstätter, il étudiait la composition quantitative de la chlorophylle à l'aide de la méthode colorimétrique et les conditions vitales de ses matériaux étaient en général inconnues; il employait des feuilles desséchées de même que des feuilles fraîches. D'autre part, M. Wagner examinait les feuilles directement à l'aide d'un spectromètre spécial dont la construction permettait d'étudier facilement dans le spectre les bandes d'absorption de la chlorophylle contenue dans la feuille vivante. Ses matériaux étaient extrêmement variés, mais ils étaient recueillis dans des conditions indépendantes de sa volonté. M. Wagner a conclu de ses expériences que le rapport des chlorophylles dépendait directement de la fertilité du sol dans lequel la plante examinée se développait.

2. L'influence de la fertilité du sol sur la verdure des plantes cultivées est familière à tous les agriculteurs. On rapporte d'habitude en pensée, plus ou moins sciemment, le développement luxuriant d'une plante au degré d'intensité de la couleur verte de ses feuilles. Et du moment où l'on a constaté définitivement l'influence du défaut des aliments les plus importants sur l'état de la plante, la couleur jaunâtre claire de la feuille est considérée comme indice d'un manque d'azote, la couleur verte sombre (13) comme symptôme d'un manque de potasse, sinon d'un excès d'azote, ce qui arrive plus fréquemment, tandis que la couleur verte sombre qui acquiert ensuite une teinte rougeâtre est regardée comme expression d'un défaut de phosphore.

On a essayé de résoudre la question de savoir de quelle manière la chlorophylle ou ses produits dépendent de l'absence ou de la présence de certains aliments dans le sol ou dans des solutions nutritives. Mais souvent, dans ces expériences, on n'a pas tenu compte de ce fait qu'une plante qui est dépourvue des conditions indispensables à sa vie, présente de tout autres symptômes qu'une plante qui souffre seulement d'un défaut relatif d'un agent nécessaire à son développement. Cependant l'état maladif d'une plante qui ne végète qu'à peine ou qui même se meurt déjà, peut se traduire par des désordres dans l'appareil chlorophyllien, appareil si éminemment sensible, et cela aussi bien quand un aliment agit directement sur la chlorophylle, que quand il n'exerce pas cette action, mais est nécessaire à la vie de la plante. Alors la chlorophylle pourrait être atteinte, comme *locus minoris resistentiae*, sans être soumise à l'influence directe de l'agent étudié.

On a constaté ainsi que le manque absolu de fer dans l'alimentation de la plante rend impossible la formation de la chlorophylle dans les feuilles. La plante privée de cet élément devient „anémique", „chlorotique"; ses feuilles, d'ailleurs normales, sont dépourvues de pigment vert. Ce phénomène a été attribué à la présence du fer dans la chlorophylle (15). Cependant cette explication a dû être abandonnée.

M. Stoklasa a trouvé dans la chlorophylle du phosphore (16) et de la potasse (14). Lui et ses élèves ont constaté que la chlorophylle ne peut pas se former sans phosphore. Néanmoins cette constatation de la présence du phosphore dans la chlorophylle a été l'objet de sérieuses critiques (17). M. Gilbert a observé (18) que

la quantité de chlorophylle augmente si le sol devient plus riche en azote. M. Gain prétend (19) que l'azote administré seul augmente la quantité de chlorophylle dans une plus grande proportion que s'il est administré simultanément avec de la potasse et du phosphore. Cependant, dans ce cas, le travail d'assimilation chlorophyllienne serait plus considérable. M. Loew (20) trouve du calcium dans le grain de chlorophylle. Il attribue à ce fait l'action de cet élément sur le développement de la plante. M. Willstätter (21) a découvert du magnésium dans la chlorophylle. Les cultures faites dans les solutions aqueuses (22) ont confirmé que cet élément est nécessaire à la formation normale de la chlorophylle. M. Gain (23) remarque que, dans les parties aériennes des plantes à l'état de germination, la quantité de chlorophylle dépend de la dose de magnésium.

Tous ces travaux ont essayé de prouver que certains éléments étaient indispensables à la formation de la chlorophylle. M. Nobbe avec ses collaborateurs ont étudié l'influence du chlore et du potassium sur la formation de l'amidon dans la feuille. D'après M. Nobbe (24), les chlorures seraient indispensables à la dissolution de l'amidon formé dans les feuilles de sarrasin. Cette observation a été confirmée par d'autres savants et aussi pour d'autres plantes (25). Cependant M. Knop (26) aurait réussi à élever sans chlore une plante normale de sarrasin.

Liebig était d'avis que l'on trouverait de la potasse partout où il y a des hydrates de carbone. Plus tard, M. Nobbe (27) avec ses collaborateurs ont constaté (ce qui a été confirmé depuis par maintes observations) que le défaut de potasse empêchait la formation de la matière organique dans la feuille, de sorte que les grains d'amidon n'apparaissaient point dans les cellules de la feuille, si la plante n'avait pas reçu une quantité suffisante de potasse. De même, MM. Hellriegel et Wielfarth (28) ont trouvé que la quantité de sucre dans la betterave, ou celle d'amidon dans la pomme de terre et dans le grain de blé dépendaient de la quantité de potasse absorbée par la plante [1]).

[1]) M. Stoklasa a aussi constaté que la présence de la potasse dans le sol était nécessaire à la formation du sucre dans la plante. Selon lui, l'intensité de la respiration de la plante dépend de la quantité de potassium qu'elle peut absorber, de même que le développement des tissus et l'échange de matière dans la plante ne peut s'accomplir qu'en présence du potassium. Dans les cellules

Les observations de M. Macallum (29) ont jeté beaucoup de lumière sur la question de la relation qui existe entre le potassium et la chlorophylle. Cet expérimentateur a prouvé que le potassium était présent dans le protoplasme des cellules vertes, mais qu'il ne se trouvait jamais dans le noyau. D'après lui, dans les cellules de *Spirogyra* le potassium se trouve dans la partie du protoplasme qui avoisine le chromatophore tandis que, dans les cellules des plantes supérieures, on constate sa présence tout à côté des chloroplastes. De ses observations M. Macallum conclut que le potassium est lié d'une façon toute spéciale au processus photosynthétique et peut-être même aussi à la désassimilation et au travail des chloroplastes [1]).

3. Enfin, M. Georges Ville (30) n'a pas étudié l'action des aliments particuliers des plantes sur la chlorophylle; il a surtout essayé d'établir la relation qui existe entre les pigments de la feuille et la fertilité du sol. Il a constaté que l'intensité du verdissement de la feuille dépendait de la quantité de carotine qui s'y trouvait, autrement dit que, plus il y avait de chlorophylle dans la feuille, plus il y avait aussi de carotine [2]). Il préparait des solutions qui contenaient toute la carotine des feuilles étudiées; il déterminait ensuite la quantité de carotine dans ces solutions par la méthode colorimétrique, en les comparant à des solutions titrées de carotine pure. De cette manière il a trouvé dans 100 gr de feuilles desséchées:

qui contiennent les grains de chlorophylle, le potassium jouerait un rôle important en forme de carbonate ou de bicarbonate.

[1]) M. Th. Weevers a étudié le contenu de la cellule végétale à l'aide d'une méthode microchimique qui avait été aussi employée par M. Macallum; il est arrivé cependant à d'autres conclusions (V. „Untersuchungen über die Lokalisation und Funktion des Kaliums in der Pflanze", extrait du „Recueil des travaux botaniques Néerlandais", Vol. VII, 1911). Comme le potassium, dans la cellule, est contenu dans les vacuoles, il n'y aurait aucune raison pour lui attribuer un rôle dans le processus de l'assimilation. Il faudrait plutôt admettre que le potassium fût nécessaire au développement structural du plasma. De la sorte M. Weevers combat aussi la théorie de M. Stoklasa, quant au rôle du potassium dans la vie des plantes et quant à sa présence dans la chlorophylle. Je dois ajouter que Frémy était de l'avis de M. Stoklasa.

[2]) MM. N. Montéverdé et W. Lubimenko ont trouvé qu'il existait un rapport constant entre la carotine, la xantophylle et la chlorophylle, mais ils n'ont pu constater l'action des aliments minéraux sur la chlorophylle. (Bullet. Acad. St. Pétersbourg, 1903, pp. 1007—1105).

de froment qui avait été cultivé sur l'engrais complet										195	milligr.	de	carotine
„	„	„	„	„	„	„	„	sans azote		74	„	„	„
„	„	„	„	„	„	„	„	„	phosphore	97	„	„	„
„	„	„	„	„	„	„	„	„	potasse	104	„	„	„
„	„	„	„	„	„	„	„	„	chaux	114	„	„	„
„	„	„	„	„	„	„	„	„	engrais	66	„	„	„

4. Nous avons entrepris nos expériences au printemps de 1914 pour étudier l'influence des divers engrais chimiques, des engrais potassiques en particulier, sur le coefficient chlorophyllien dans les feuilles de certaines plantes cultivées qui exigent beaucoup de potasse pour leur développement complet. On devait supposer, d'après les recherches et les observations jusqu'alors publiées, que les engrais potassiques exerçaient une action sur la chlorophylle. L'idée de ce travail est due à un entretien que nous avons eu avec M. le professeur Marchlewski. Ce fut lui qui attira notre attention sur les variations qui se produisent dans le rapport de la néochlorophylle à l'allochlorophylle, sous l'influence des changements dans les conditions de végétation.

Description de l'expérience.

5. Notre expérience fondamentale a été exécutée au Champ d'expériences de l'Université Jaguellonne de Cracovie, situé à Prądnik, dont la grande valeur pour la science agricole est déjà bien connue. Dans une partie de ce champ on effectue des expériences importantes, depuis environ vingt ans, tandis que l'autre partie est épuisée, depuis plus de dix ans; on y élimine du sol des aliments des végétaux, pour y cultiver, sans engrais, des plantes agricoles. C'est dans cette dernière partie du champ que nous avons fait nos expériences.

Dans le terrain choisi par nous, l'avoine avait été semée déjà au commencement du printemps 1914. Cette avoine poussait uniformément, mais bien faiblement. Nous l'avons fait piocher, au début du mois de Mai, sur un espace de 12 m sur 47 m 60 cm que nous avons divisé en 48 parcelles numerotées (de 1 à 48), de 10009 cm carrés chacune. Ces parcelles étaient disposées en trois bandes, A, B et C, de 16 parcelles chacune, séparées par des sentiers de 94 cm de largeur, passant le long des côtés courts des parcelles [1]). La moitié de ces parcelles était réservée à la culture

[1]) En principe, on doit éviter de faire passer les sentiers dans un champ d'expérience, ou bien on doit les ensemencer aussi avec la même plante qui sert

des pommes de terre (variété de v. Lochow-Petkus de Wolthmann (34), l'autre à la culture des betteraves à sucre (variété „Max", de la maison Buszczyński et Łążyński. de Górka Narodowa)[1]). Les pommes de terre ont été plantées le 15 et 16 Mai 1914, au nombre de 20 q par hectare. Leurs rangées étaient espacées de 60 cm; les pommes de terre ont été mises en de petites fosses d'environ 7 cms de profondeur, séparées l'une d'autre par une distance de 30 cms. Quant aux betteraves, leurs rangées étaient espacées de 45 cms. Tous les 20 cms ont été semées quelques graines (5 à 7) de betterave, à 2 cms de profondeur. Les graines de betterave étaient trempées dans de l'eau pendant 20 heures avant l'ensemencement.

La germination des betteraves a été constatée le 3 Juin. Vers le même temps, les pommes de terre ont commencé à lever. Les betteraves furent éclaircies le 16 Juin. Aux endroits qui en étaient dépourvus, on a planté d'autres betteraves provenant des parcelles où la combinaison d'engrais était la même.

Le 15 Juillet on a cueilli 150 feuilles sur chaque parcelle de pommes de terre. Pour les observations spectrométriques, on cueillait trois feuilles sur chaque parcelle, en prenant chaque feuille sur une autre plante et sur une autre rangée. A ces fins, on choisissait des rangées éloignées des sentiers et des bords des parcelles.

Les engrais chimiques ont été répandus le 15 Mai, par un vent assez fort. C'est pourquoi on a dû les semer au ras du sol, mêlés à de la terre humide. Chaque combinaison d'engrais était ajoutée au sol de quatre parcelles parallèles. Les parcelles engraissées de même manière étaient réparties uniformément dans les trois bandes de terrain formées par les sentiers.

On a administré les combinaisons d'engrais suivantes:

1. sans engrais;
2. engrais complet (P, K, Az);
3. engrais sans potassium (P, Az);
4. engrais sans potassium, mais avec du magnésium (P, Az, Mg);
5. engrais sans phosphore (K, Az);
6. engrais sans azote (P, K).

pour l'expérience. Cependant, dans le cas présent, il était nécessaire d'avoir un accès facile à toutes les parcelles.

[1]) Qu'il nous soit permis de remercier ici MM. Buszczyński et Łążyński de la livraison gratuite de cette semence d'excellente qualité.

Aux combinaisons d'engrais ordinaires on a ajouté une combinaison „avec du magnésium“, pour constater si l'engrais potassique n'agit pas par le magnésium qu'il contient.

Distribution des engrais par 10 mètres carrés de terrain

Pommes de terre				Betteraves.			
Espèce et quantité d'aliment		Espèce et quantité d'engrais		Espèce et quantité d'aliment		Espèce et quantité d'engrais	
P_2O	60 gr	330 grs	de superphosphate	P_2O_5	80 gr	440 grs	de superphosphate
K_2O	100 „	500 „	„ sel potassique	K_2O	120 „	600 „	„ sel potassique
Az	59 „	460 „	„ salpêtre de Norvège	Az	65 „	500 „	„ salpêtre de Norvège
MgO	16 „	100 „	„ $MgSO_4.7H_2O$	MgO	16 „	100 „	„ $MgSO_4.7H_2O$

On pourrait considérer comme une erreur l'omission de la combinaison „avec du potassium et du magnésium“, mais dépourvue de chlore. Elle nous paraissait inutile parce que l'action du chlore dans le processus d'assimilation est bien connue et que presque chaque sol contient une quantité suffisante de cet élément.

Le calcium a été administré dans l'engrais azoté, en forme de salpêtre de Norvège qui, comme on le sait, est un nitrate de chaux. Nous avons employé ce corps pour éviter d'ajouter au sol du sodium qui aurait pu obscurcir l'image de l'action du potassium. Il faut avouer cependant que, par erreur, la combinaison „sans azote“ a reçu moins de calcium que d'autres combinaisons auxquelles on l'a ajouté aussi dans le superphosphate.

Nous n'avons pas pu récolter les fruits de notre expérience, une armée de guerre ayant détruit toute notre culture.

En ce qui concerne l'état du temps et de la température, la station météorologique de Cracovie notait du 15 Mai au 15 Juillet 1914:

Jours d'observation	Température en degrés centigr.			Pluie en millimètr. (en tout)	Heures de soleil (en tout)
	moyenne	maximum	minimum		
Du 15 au 31 Mai	15°·81	26°·5	8°·0	30·56	144·6
„ 1 „ 15 Juin	15°·81	23°·8	6°·9	16·03	73·9
„ 15 „ 30 „	16°·25	25°·2	11°·0	43·48	63·3
„ 1 „ 15 Juillet	18°·30	29°·0	11°·1	33·12	110·3

Il faut ajouter que la composition du sol du Champ d'expériences de l'Université de Cracovie est suffisamment connue (31). Il contient trop peu de potassium pour la culture de plantes agricoles.

6. Outre nos propres résultats recueillis au cours de cette expérience, nous avons eu l'occasion d'examiner des feuilles de pois provenant d'une expérience faite à Dublany par feu le professeur K. Miczyński. Nous ignorons si cette expérience a pu être menée jusqu'à bonne fin. Dans le „Programme de travaux exécutés en 1914 au Champ d'expériences de la chaire d'agriculture de l'Académie de Dublany", nous lisons: „Champ VII A. Expérience concernant l'action des engrais sur le pois de la variété Victoria (semé le 8 avril 1914); sept parcelles, trois fois répétées: 1. engrais sans calcium; 2. engrais sans azote; 3. sans engrais; 4. engrais complet; 5. engrais sans potassium; 6. engrais sans phosphore; 7. fumier de ferme. Les engrais y furent répandus le 8 avril 1913 pour la culture du seigle de printemps". C'était donc une expérience qui devait mettre en évidence l'action des engrais sur le pois, un an après le seigle.

En ce qui concerne notre expérience fondamentale, ses résultats sont résumés dans les Tableaux V et VII. Chaque nombre de ce tableau représente la moyenne de douze observations faites par nous à Prądnik (3 feuilles étudiées sur chacune de 4 parcelles parallèles). Quant aux nombres provenant des expériences de Dublany, ils représentent les moyennes de neuf observations (3 feuilles étudiées sur chacune de 3 parcelles parallèles).

Nous avons fait aussi des observations sur des feuilles de pommiers et de poiriers, dans un jardin à Cracovie, situé dans un endroit découvert, au sol sablonneux et riche en humus [1]).

[1]) Faute de place, il nous est impossible de publier dans ce travail toutes les données de nos observations.

Le coefficient chlorophyllien présente des oscillations très considérables, non seulement dans les feuilles des plantes d'une même parcelle, mais dans une même feuille. Malgré cela, les moyennes calculées donnent des résultats tout à fait satisfaisants.

Dans les Tableaux II, III et IV nous avons réuni tous les résultats de nos observations *in extenso*.

Dans le Tableau VI, les nombres de la première colonne sont calculés d'après deux observations, et ceux de la deuxième colonne — d'après trois observations.

Dans le Tableau VIII, les nombres, jusqu'au 14 Juin inclusivement, sont calculés d'après 2 ou 3 observations, tandis que tous les autres, à l'exception de ceux qui concernent les haricots, d'après 3 à 8 observations. Quant aux haricots,

Méthode de recherche.

7. Notre méthode de recherche consistait en l'examen spectrométrique direct de la feuille vivante, c'est-à-dire de sa chlorophylle. Nous nous servions d'un spectromètre construit spécialement à ces fins par la maison R. Fuess, près Berlin, d'après les indications de M. Wagner (32). Cet appareil laisse entrer assez de lumière pour permettre d'étudier le spectre des objets relativement peu transparents, comme les feuilles et donne une dispersion suffisante dans la partie rouge du spectre. La première bande d'absorption du spectre de la feuille présente deux parties: l'une plus sombre, située plus près de la partie moins réfrangible du spectre, et une autre plus claire qui se trouve plus près de la partie plus réfrangible du spectre. M. Hartley (33) a décrit aussi deux bandes d'absorption. MM. Marchlewski et Schunk ont constaté une bande dans la partie rouge du spectre, accompagnée toujours d'une ombre foncée, et une autre plus claire dans la partie plus réfrangible du spectre.

Dans le spectre d'une feuille mince, la bande sombre (34) occupait l'espace compris entre les longueurs d'ondes λ de 697·5 à 670·0 $\mu\mu$, tandis que la bande claire, sa limitrophe, s'étendait jusqu'à λ 650·0 $\mu\mu$. M. Iwanowski (35) remarque que la présence constante de la pénombre à côté de la bande d'absorption, constatée par MM. Lommel et Kraus, est une preuve de l'existence de l'allochlorophylle non seulement dans des solutions, mais aussi dans les feuilles. Cependant M. Iwanowski cite aussi l'hypothèse de M. A. R. Cooley (36) d'après laquelle l'autre bande d'absorption, plus faible, dans le spectre de la chlorophylle dans la feuille vivante pourrait provenir de ce que les corps qui n'ont qu'un maximum d'absorption dans une solution moléculaire, lorsqu'ils sont étudiés à l'état colloïdal (et ce serait là l'état de la chlorophylle dans la feuille) présentent, à côté de la bande d'absorption principale, une autre beaucoup plus faible qui constitue le deuxième maximum de la courbe d'absorption.

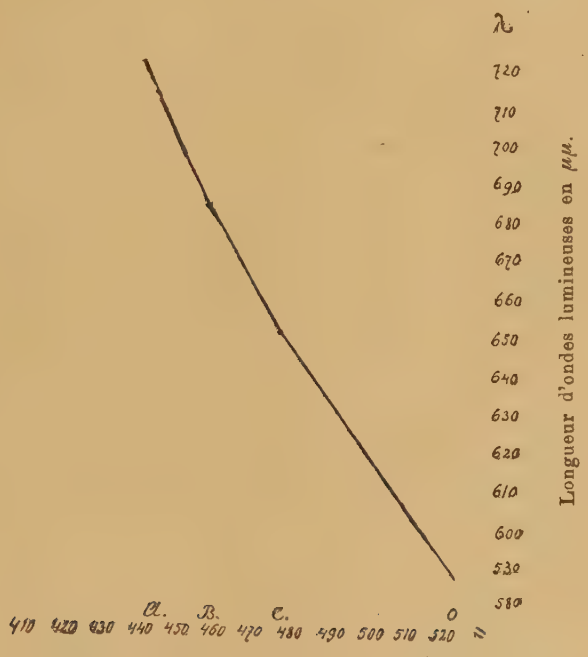
C'est l'opinion de M. Marchlewski qui nous a servi de fondement dans nos recherches, opinion s'appuyant sur le travail de MM. Marchlewski et Jacobson (37), à savoir que la deuxième

les nombres exprimant le coefficient chlorophyllien de leurs feuilles sont extraits de 18 observations chacun.

bande d'absorption dans le spectre de la chlorophylle dans la feuille vivante, bande plus claire, indique la présence de l'allochlorophylle, tandis que la première bande correspond à la néochlorophylle. Cette explication est admise d'ailleurs non seulement par M. Marchlewski, mais aussi par M. Wagner, et elle est confirmée par toutes les déterminations des bandes d'absorption qui démontrent l'instabilité de leur rapport.

Dans le spectromètre de M. Wagner, la situation et la largeur des bandes d'absorption sont définies par des nombres relatifs à l'aide

I.



Nombres relatifs du spectromètre de M. Wagner.

d'un micromètre qui fait partie de l'appareil. Une table, établie spécialement pour chaque instrument, permet de traduire ces nombres en longueurs d'ondes (v. le Tableau I). Nous nous servirons dans notre travail des nombres relatifs de M. Wagner car, comme nous l'avons constaté, les relations des valeurs calculées à l'aide des nombres relatifs de M. Wagner ne présentent pas de différences importantes de celles qui sont exprimées à l'aide de longueurs d'ondes.

8. Le coefficient chlorophyllien est le rapport de la quantité de néochlorophylle à celle d'allochlorophylle [1]). Dans ce travail, ce coefficient est représenté sous la forme de relation entre la largeur de la bande d'absorption de la néochlorophylle, représentée par le nombre 100, et la largeur de la bande d'absorption de l'allochlorophylle, calculée par rapport à 100, le tout exprimé en nombres relatifs d'après M. Wagner.

Nous ne connaissons pas encore la relation qui existe entre la largeur des bandes d'absorption dans le spectromètre de M. Waggner et la quantité absolue de chlorophylle dans la feuille examinée. Il sera difficile de déterminer cette relation car on y a affaire non seulement à des quantités différentes de chlorophylle, mais aussi à des épaisseurs différentes des feuilles ce qui exerce une action considérable sur la largeur des bandes d'absorption. En outre, la place des bandes d'absorption dans le spectre dépend de la réfraction de la lumière dans un milieu aussi variable que le protoplasme d'une feuille à l'état d'assimilation. Enfin, si l'on prend en considération que la faculté d'absorption des radiations lumineuses de la néochlorophylle diffère de celle exercée par l'allochlorophylle, on ne va pas attribuer, pour le moment, aux nombres à l'aide desquels on opère une autre valeur que celle d'indiquer le sens des variations du coefficient chlorophyllien et de permettre d'évaluer approximativement ces variations.

9. Dans l'appareil spectrométrique de M. Wagner, on distingue assez bien les deux bandes d'absorption dont il vient d'être question. La première bande, plus sombre, ressort mieux tandis que sa limitrophe la deuxième, plus claire, apparaît d'une façon moins nette. Dans nos recherches, nous déterminons tout d'abord la position de la limite supérieure [2]) de la bande sombre, ensuite la ligne de démarcation des deux bandes, et en dernier lieu la limite inférieure de la bande plus claire. En abordant nos calculs nous avions supposé que l'erreur d'observation concernant les limites de

[1]) C'est le rapport Q_b^a de M. Willstätter.

[2]) Nous appelons limite supérieure le bord de la bande d'absorption du côté de la partie la moins réfrangible du spectre, ligne de démarcation, la ligne qui sépare la bande sombre de la bande claire, et enfin limite inférieure — le bord de la bande d'absorption de la chlorophylle du côté de la partie la plus réfrangible du spectre.

la bande plus claire allait être plus considérable que celle concernant les limites de la bande plus sombre. Cependant les calculs ont démontré que des différences appréciables de cette nature n'existaient point (v. Tab. II).

Nous nous sommes servis d'une lampe électrique à incandescence de 100 bougies. Toutes les fois où, par exception, une autre source de lumière a été employée (lumière du jour, par ex.), nous l'avons noté expressément.

Recherches préliminaires.

(v. Tab. III).

10. Nous avons commencé nos recherches par l'examen spectrométrique de deux feuilles de poirier, d'une feuille plus jeune et d'une autre plus âgée. Nous avons déterminé la position des limites des bandes d'absorption (en nombres relatits de M. Wagner):

	feuille jeune	feuille âgée
limite supérieure	4·595	4·600
ligne de démarcation	4·695	4·705
limite inférieure	4·827	4·805

Ainsi, dans la feuille plus jeune, la largeur de la bande de la néochlorophylle montait à 0·100, et celle de la bande de l'allochlorophylle à 0·132 (en nombres relatifs de M. Wagner). Le coefficient chlorophyllien s'élevait donc à 132·00%. Les mêmes valeurs, dans la feuille plus âgée, étaient: néochlorophylle:0·105, allochlorophylle:0·100, coefficient chlorophyllien = 95·22% On peut donc admettre que la quantité relative d'allochlorophylle diminue avec le développement de la feuille.

Presque sur toutes les plantes vasculaires nous trouvons des feuilles plus sombres de même que des feuilles plus claires. Après avoir examiné à l'aide du spectromètre une feuille plus sombre et une autre plus claire de pommier, nous avons obtenu les résultats suivants:

	feuille claire	feuille sombre
limite supérieure	4·502	4·486
ligne de démarcation	4·621	4·625
limite inférieure	4·721	4·726

TABLEAU II.

Erreur d'observation

Champ d'expériences de Prądnik, Feuilles de pommes de terre

Combinaison d'engrais	Numéro de parcelle et jour d'observation	Situation des bandes d'absorption dans le spectre en nombres relatifs du spectromètre de M. Wagner			Moyenne de ces nombres	Erreur moyenne	Erreur probable de la moyenne
		I	II	III			
P Az	Nr. 48	4·510	4·510	4·520	4·510	0·006	0·003
		4·674	4·671	4·640	4·661	0·014	0·007
	11. VI	4·770	4·771	4·760	4·767	0·004	0·002
P Az		4·510	4·520	4·500	4·510	0 007	0·003
		4·670	4·679	4·675	4·675	0·003	0·001
	5. VII	4·753	4·750	4·749	4·750	0·001	0 000
Az K	Nr. 47	4·519	4·502	4·511	4·511	0·006	0·003
		4·640	4·647	4·652	4·646	0·004	0·002
	11. VI	4·750	4·730	4·765	4·748	0·012	0·006
Az K		4·524	4·549	4·528	4·533	0·010	0·005
		4·670	4·669	4·646	4·661	0·011	0·005
	5. VII	4·770	4·740	4·730	4·747	0·016	0·008
sans engrais	Nr. 46	4·523	4·531	4·515	4·523	0·005	0·002
		4·681	4·669	4·634	4·662	0·016	0·008
	11. VI	4·770	4·740	4·750	4·753	0·011	0·005
sans engrais		4·493	4·489	4·510	4·497	0·008	0·004
		4·630	4·663	4·663	4·652	0·015	0·007
	5. VII	4·725	4·759	4·730	4·738	0·011	0 005

Erreur moyenne de la limite supérieure	0·007
„ „ „ „ ligne de démarcation	0·010
„ „ „ „ limite inférieure	0 009

TABLEAU III.

Feuille	Coeff. chloroph.	Détermination de la situation des bandes d'absorption dans le spectre en nombres relatifs à l'aide du spectromètre de M. Wagner					Moyenne de ces nombres	Largeurs des bandes d'absorption en nombres relatifs	Situation des bandes d'absorption dans le spectre en longueurs d'ondes lumineuses λ en $\mu\mu$
		I	II	III	IV	V			
feuille de poirier (jeune)	132·00	4·595							687·0
		4·695						0·100	669·5
		4·827						0·132	648·5
								0·232	
feuille de poirier (plus âgée)	95·22	4·600							686·0
		4·705						0·105	667·5
		4·805						0·100	651·0
								0·205	
feuille de pommier de couleur sombre	84·03	4·500	4·520	4·495	4·495		4·502		704·5
		4·630	4·625	4·615	4·613		4·621	0·119	682 5
		4·719	4·735	4·720	4·709		4·721	0·100	665·0
								0·219	
feuille de pommier de couleur sombre	72·66	4·505	4 500	4 475	4·465		4·486		707·0
		4·637	4·649	4·615	4·600		4·625	0·139	681·0
		4·730	4·745	4·710	4·722		4·726	0·100	664·0
								0·240	
feuille de pomme de terre cueillie et examinée au spectromètre à 11 h du matin	59·55	4·520	4·547	4·560	4·543	4·546	4·543		696·0
		4·710	4·741	4·719	4·725	4·712		0·178	665·0
		4·818	4·828	4·846	4·834	4·809	4·721	0·104	648·5
							4·827	0 282	
feuille de pomme de terre (la même que ci-dessus) cueil. à 11 h du matin et exam. au spectromètre à 3 h du soir	61·20	4·511	4·538	4·544	4·535	4·525	4 531		699·0
		4·710	4·714	4·703	4·710	4·735	4·714	0·183	666·0
		4 831	4·825	4·813	4·815	4·846	4·826	0·112	648·5
								0·295	

La largeur de la bande d'absorption dans la feuille claire s'élevait donc à 0·119 pour la néochlorophylle et à 0·100 pour l'allochlorophylle; le coefficient chlorophyllien était égal à 84·03%. Quant à la feuille sombre, les valeurs correspondantes étaient: néochlorophylle: 0·139; allochlorophylle: 0·101; coefficient chlorophyllien = 72·66%.

L'intensité différente de la couleur verte des feuilles constatée à l'oeil nu, une fois traduite en nombres de M. Wagner, nous a montré des différences bien nettes entre les largeurs relatives des bandes d'absorption. La feuille plus sombre était relativement plus riche en néochlorophylle, pigment bleu-vert.

11. On pouvait supposer que, l'examen d'une quantité notable de feuilles devant durer longtemps, le rapport entre les chlorophylles pourrait changer dans une feuille cueillie avant qu'elle fût étudiée au spectromètre. Cependant l'expérience a montré que ce rapport change d'une manière insignifiante. Ainsi, dans les feuilles de pomme de terre cueillies et examinées à 11 heures du matin, la largeur de la bande d'absorption de la néochlorophylle s'élevait (en nombres de M. Wagner) à 0·183 et celle de la bande de l'allochlorophylle à 0·104; dans les mêmes feuilles lesquelles, une fois cueillies, étaient conservées à la température de la chambre pendant quelques heures, à 3 heures de l'après-midi les valeurs correspondantes étaient: pour la néochlorophylle de 0·183 et pour l'allochlorophylle de 0·112. Le coefficient chlorophyllien était, dans le premier cas, 59·55%, et dans le deuxième 61·20%. Dans nos travaux ultérieurs, nous nous sommes efforcés d'éviter cette cause d'erreur; ainsi les feuilles provenant de parcelles parallèles n'étaient pas examinées, celles d'une parcelle après celles d'une autre, mais d'après le numéro d'ordre des parcelles dans le champ d'expériences. Cette différence insignifiante, provoquée probablement par un processus intime qui s'accomplissait dans la feuille cueillie, a été répartie d'une façon égale sur toutes les parcelles, sans retomber sur une combinaison particulière d'engrais.

12. Il aurait pu arriver que les feuilles employées pour l'étude du rapport entre les quantités de néochlorophylle étaient cueillies au hasard, à n'importe quelle partie du jour. Cependant nous craignions que cela ne rendît moins nette l'influence des aliments des plantes sur le coefficient chlorophyllien. Car en admettant les hypothèses d'après lesquelles le rapport entre les quantités relatives

de ces pigments verts dépendrait du soleil, comme le veut M. Sorby, ou celle d'après laquelle l'assimilation chlorophyllienne serait un processus d'oxydation d'un pigment aux dépens de l'autre, comme l'a cru d'abord M. Willstätter, on devrait pouvoir constater des changements du coefficient chlorophyllien, dans l'espace de 24 heures, parallèlement au développement du processus d'assimilation. Les observations ont confirmé nos suppositions.

Ainsi, les études faites sur des feuilles de pommier ont donné les résultats suivants (v. le T. IV):

Date	Heure d'examen	Coefficient chlorophyllien	Température de l'air ambiant
1) 16. VII. 1914	1^h50^m du soir	83·72%	23° C
2) 18. VII. 1914	7 30 „ „	88·70 „	10° C
3) 15. VII. 1914	1 13 du matin	75·73 „	12° C
4) 15. VII. 1914	2 35 „ „	73·61 „	12° C

Ces études ont été faites entre le 15 et le 18 Juillet 1914. Le soleil se levait alors à 3^h50^m du matin, l'aube commençait à peu près à 3^h3^m; le soleil se couchait à 7^h40^m du soir, la fin du crépuscule était à 8^h30^m. Dans nos observations, une erreur à été commise parce que les feuilles qui ont servi à l'observation du 18 Juillet, ne provenaient pas de la même journée. De plus, l'observation No. 4 n'était pas tout à fait précise, parce que notre appareil spectrométrique ne fonctionnait pas bien pour le moment, ce qui cependant ne devait pas altérer la détermination du rapport entre les largeurs des bandes d'absorption de la néochlorophylle et de l'allochlorophylle (v. aussi le Tabl. VIII).

En tenant compte de ces restrictions nous constatons que, dans la limite de nos observations, le rapport de la quantité de néochlorophylle à celle d'allochlorophylle changeait avec la nuit, au profit de la néochlorophylle.

Comme nous avions présumé d'avance un pareil changement, nous avons tâché que toutes les observations qui devaient être comparées l'une à l'autre fussent faites sur des feuilles cueillies autant que possible en même temps. La plus grande différence que nous avons pu noter présentait l'observation concernant les feuilles qui avaient été cueillies entre 4^h et 6^h30^m du soir.

TABLEAU IV.

Feuilles de pommier •									
Date et heure 1914	Temp. de l'air en degrés centigrades	Coeff. chloroph.	Largeur des bandes d'abs. en nombres relatifs	Détermination de la situation des bandes d'absorption en nombres relatifs				Moyenne de ces nombres	Situation des bandes d'abspt. dans le spectre en longueurs d'ondes lumineuses λ en $\mu\mu$
				I	II	III	IV		
15. VII 1·13 a. m.	11·7	75·73	0·136	4·480	4·530	4·470	4·500	4·495	705·0
			0·102	4·640	4·625	4·640	4·620	4·631	680·0
			0·238	4·731	4·730	4·742	4·730	4·733	662·0
15. VII 2·35 a. m.	12·2	73·61	0·144	4·530	4·550	4·508		4·529	699·0
			0·106	4·675	4·685	4·660		4·673	673·0
			0·250	4·780	4·774	4·785		4·779	654·5
16. VII 1·50 p. m.	23·1	83·72	0·129	4·539	4·549	4·520	4·495	4·526	700·0
			0·108	4·650	4·650	4·645	4·674	4·647	678·0
			0·237	4·760	4·758	4·785	4·750	4·763	657·0
18. VII 7·30 p. m.	15·0	88·70	0·124	4·525	4·502	4·513	4·520	4·515	702·0
			0·110	4·641	4·627	4·651	4·639	4·639	679·0
			0·234	4·760	4·756	4·742	4·740	4·749	659·5

Recherche principale.

13. Le Tableau V qui représente les résultats des expériences sur les pommes de terre et sur les betteraves faites à Prądnik, de même que ceux obtenus à Dublany, permet de tirer les conclusions suivantes. En général, l'influence des engrais chimiques sur la chlorophylle s'exprime plutôt par des variations du rapport entre les largeurs des bandes d'absorption des chlorophylles que par des changements des valeurs absolues de ces largeurs. La largeur ab-

TABLEAU V.

Combinaison d'engrais		Largeurs des bandes d'absorption en nombres relatifs du spectromètre de M. Wagner. n = bande d'absorption de la néochlorophylle, a = bande de l'allochlorophylle				Coefficient chlorophyllien. (Largeur de la bande de l'allochlor. en % de la largeur de la bande de la néochlorophylle)			
Expérience de Prądnik	Expérience de Dublany	Prądnik: pommes de terre 11. VI 1914	Prądnik: pommes de terre 5. VII 1914	Dublany: pois „Victoria" 30. VI 1914	Prądnik: betteraves 11. VI 1914	Prądnik: pom. de ter. 11. VI 1914	Prądnik: pom. de ter. 5. VII 1914	Dubl.: pois „Victoria" 30. VI 1914	Prądnik: betteraves 11. VI 1914
sans engrais	sans engrais	n 0·143 a 0 112 n+a 0 255	n 0·146 a 0·084 n+a 0·230	n 0·135 a 0·082 n+a 0·217	n 0·113 a 0·109 n+a 0·222	78·3	57·5	60·7	96·4
PK Az	engrais complets avec du calcium	n 0·123 a 0 084 n+a 0 207	n 0 138 a 0·089 n+a 0·227	n 0·124 a 0·074 n+a 0·198	n 0·119 a 0 101 n+a 0·220	87·6	64·5	60 0	84·9
PK	engrais avec du calcium sans azote	n 0·122 a 0·105 n+a 0·227	n 0·127 a 0·097 n+a 0·224	n 0·110 a 0·072 n+a 0·182	n 0 117 a 0 101 n+a 0·218	86·1	71·4	65·4	86 3
P Az	engrais avec du calcium sans potasse	n 0·150 a 0·088 n+a 0·238	n 0·167 a 0·068 n+a 0·235	n 0 134 a 0·063 n+a 0·197	n 0·124 a 0·100 n+a 0·224	58·6	41·2	47·0	80·6
Az K	engrais avec du calcium sans phosph.	n 0·140 a 0·107 n+a 0·247	n 0·129 a 0·096 n+a 0·225	n 0·102 a 0·075 n+a 0·177	n 0·111 a 0·103 n+a 0·214	76·4	74·4	73·0	92·7
PMg Az		n 0·137 a 0 102 n+a 0 239	n 0·167 a 0·071 n+a 0·238		n 0·121 a 0·103 n+a 0·224	74·9	41·0		84·3
	fumier de ferme			n 0·109 a 0·080 n+a 0·189				73·4	
	engrais complets sans calcium			n 0·113 a 0·102 n+a 0 215				90·2	

solue de la bande d'absorption de la néochlorophylle était la plus considérable en cas de manque de potassium, sans égard à l'absence ou à la présence du magnésium. Après les plantes de la combinaison d'engrais „sans potasse", c'étaient celles de la parcelle „sans engrais" qui présentaient la plus large bande d'absorption de la néochlorophylle. Cependant ces dernières différaient des premières parce que la bande d'absorption de l'allochlorophylle y était plus large: c'est-à-dire que dans la combinaison „sans engrais" les conditions étaient plus favorables pour le développement de l'allochlorophylle que dans la combinaison d'engrais „sans potasse".

Le manque d'azote ou de phosphore provoque une diminution de la largeur de la bande d'absorption de la néochlorophylle. Dans la betterave, le défaut d'azote diminue la largeur absolue de la bande d'absorption de la néochlorophylle, tandis que le défaut de phosphore y donne la valeur absolue la plus petite de la largeur de cette bande [1]).

Malgré les différences dans la manière d'absorber l'azote, les mêmes phénomènes se répètent dans la feuille de pois. Le manque de phosphore y produit la plus petite valeur de la largeur de la bande d'absorption de la néochlorophylle et, après celui-ci, c'est le défaut d'azote qui donne une valeur presque aussi petite de cette largeur (valeur moindre que celle dans les plantes de parcelles „sans engrais").

14. La largeur absolue de la bande d'absorption d'allochlorophylle, dans les feuilles de betterave, présente des petites oscillations.

Dans les feuilles de pois, la bande d'absorption de l'allochlorophylle est la plus large dans le cas du défaut de calcium, tandis qu'elle devient la plus étroite dans le cas du manque de potassium. Le fumier de ferme a donné un nombre élevé pour la bande d'absorption de l'allochlorophylle.

Les observations du 11 Juin, de même que celles du 5 Juillet, ont démontré, dans les feuilles de pomme de terre, la plus étroite bande d'absorption de l'allochlorophylle dans le cas du défaut de potassium, tandis que le manque de phosphore, dans les deux séries d'observations, a provoqué plutôt une augmentation de la largeur de la bande d'absorption de l'allochlorophylle.

[1]) Ces observations étaient faites sur des plantes très jeunes avant qu'elles eussent pu éprouver les défauts d'aliments dans le sol.

Nous ne pouvons étudier l'influence du développement de la plante sur les largeurs respectives des bandes d'absorption de la néochlorophylle et de l'allochlorophylle que sur les résultats obtenus de l'examen spectrométrique des feuilles de pommes de terre, car ce sont les seules observations que nous possédions faites à des intervalles plus considérables. En comparant les nombres obtenus nous voyons que le développement de la plante, son vieillissement, a provoqué une augmentation de la largeur de la bande d'absorption de la néochlorophylle et une diminution de la largeur de celle de l'allochlorophylle. C'est pourquoi les jeunes feuilles sont souvent plus jaunes que les feuilles plus âgées.

Les feuilles des plantes des parcelles „sans phosphore" font exception. Le manque de cet élément a fait que la largeur de la bande d'absorption de la néochlorophylle diminuait considérablement, tandis que celle de l'allochlorophylle ne s'amoindrissait que très peu.

15. L'influence des engrais chimiques sur le coefficient chlorophyllien se laisse constater facilement. Il suffit de comparer les colonnes verticales dans le Tableau V pour en pouvoir conclure que la combinaison d'engrais „sans potasse" agit sur les plantes, en abaissant la valeur du coefficient chlorophyllien, c'est à dire que, dans les plantes des parcelles dépourvues de potassium, le rapport de la quantité de néochlorophylle à celle d'allochlorophylle varie au détriment de l'allochlorophylle, notamment en comparaison avec toutes les autres combinaisons d'engrais.

On pourrait objecter que ce n'est pas nécessairement le défaut de potassium qui agit de cette manière (ce qui devient évident surtout lorsqu'on compare l'action de la combinaison P K Az sur le coefficient chlorophyllien avec celle de la combinaison P Az); on pourrait admettre que c'est l'excès d'azote et de phosphore fourni à la plante qui diminue le coefficient chlorophyllien. Mais la comparaison de l'action de la combinaison P K avec celle de la combinaison P Az démontre que c'est l'absence du potassium et la présence de l'azote qui provoquent la diminution du coefficient chlorophyllien.

D'autre part, la comparaison de l'action de la combinaison P Az avec celle de la combinaison K Az démontre que la présence du phosphore et l'absence du potassium provoquent aussi la diminution du coefficient chlorophyllien.

Enfin, la comparaison des combinaisons d'engrais KP et KAz n'indique aucune différence appréciable.

Tout cela confirme la conclusion d'après laquelle la quantité de potassium absorbée du sol par la plante agit sur le rapport de la largeur de la bande d'absorption de la néochlorophylle à celle de la bande d'absorption d'allochlorophylle; tandis que les autres aliments des plantes n'exercent sur le coefficient chlorophyllien aucune influence définie. Il semble seulement que le manque de phosphore ait augmenté la quantité relative d'allochlorophylle et que, dans certains cas, le manque d'azote ait agi d'une manière pareille.

16. Il nous reste à discuter, d'une part, l'influence du développement des plantes (auxquelles on a administré des engrais différents) sur le coefficient chlorophyllien et de l'autre, l'influence des engrais sur les variations de ce coefficient constatées dans l'espace de 24 jours.

L'influence du développement des plantes sur le coefficient chlorophyllien apparaît dans les changements de ce coefficient. que nous avons pu constater dans les feuilles de pommes de terre après un laps de 24 jours (v. Tabl. V).

Quant à la deuxième question, nous admettons que les changements constatés dans les plantes qui ont été cultivées sur un sol pourvu de tous les engrais, constituent leur état normal. Nous supposons ensuite que les plantes ainsi cultivées ont été fournies de tous les aliments en quantité relativement abondante et que les différences dans la manière d'être des autres plantes seraient la conséquence d'un défaut de certains aliments dont les parcelles correspondantes auraient été dépourvues.

Nous constatons alors qu'après 24 jours de végétation, le coefficient chlorophyllien change au détriment d'allochlorophylle. Ce changement cependant n'apparaît pas partout égal. Ainsi, le rapport de la néochlorophylle à l'allochlorophylle est diminué dans les plantes des parcelles dont l'engrais a été dépourvu de potassium. Mais, en comparaison avec les plantes qui ont été fournies de tous les engrais (donc de la potasse aussi), ce changement reste dans les limites des différences du coefficient chlorophyllien entre les plantes cultivées sur la combinaison d'engrais PKAz et celles, provenant de la combinaison PK, que nous avons examinées le 5 Juillet. Nous ne trouvons donc ici rien de nouveau; nous savons que, plus une plante est âgée, plus fortement elle réagit sur les défauts d'engrais.

Par contre, ce qui est nouveau, c'est l'invariabilité presque complète du coefficient chlorophyllien dans les plantes cultivées sans phosphore. Le coefficient chlorophyllien trouvé dans les feuilles de pomme de terre examinées le 11 Juillet, est presque le même que celui des observations du 5 Juillet: les bandes d'absorption ont diminué, l'une comme l'autre, tandis que, dans les plantes cultivées sur d'autres combinaisons d'engrais, la bande d'absorption de la néochlorophylle a augmenté et celle de l'allochlorophylle a diminué partout, avec le développement des plantes.

De même le manque d'azote a provoqué la diminution et certaines variations du coefficient chlorophyllien. Mais c'est la présence du magnésium liée à l'absence du potassium qui a provoqué les plus grands changements de ce coefficient.

17. Le Tableau VI présente les différences que nous avons obtenues en comparant le coefficient chlorophyllien trouvé à 12^h30^m (à midi et demi) avec celui constaté à 6^h30^m du soir. Ces déterminations cependant ne proviennent pas toutes du même jour, mais de deux jours ce qui diminue l'exactitude de l'observation. Mais il est impossible d'attribuer beaucoup d'importance à cette erreur car, dans l'espace de 36 heures, n'ont pu se produire, comme une conséquence du développement des plantes, que des différences insignifiantes du coefficient chlorophyllien; la plus considérable aurait atteint un pour cent tout au plus [1]).

Ainsi donc nous avons constaté, dans l'espace d'un jour, les changements suivants du coefficient chlorophyllien, sous l'influence des aliments des plantes fournis dans les engrais chimiques:

Les engrais complets et les engrais sans azote ont produit, du matin au soir, le changement le plus considérable au profit du coefficient chlorophyllien, si nous tenons compte du rapport de la néochlorophylle à l'allochlorophylle.

Le manque de phosphore ou l'absence complète d'engrais ont diminué cette variation du coefficient chlorophyllien, tandis que le manque de potassium l'a rendu presque imperceptible.

18. Le Tableau VII représente la position des bandes d'absorption dans le spectre, autant qu'elle dépend de l'action de différents

[1]) Comp. le changement du coefficient chlorophyllien qui s'est produit après 24 jours dans les feuilles de pomme de terre de la combinaison d'engrais PKAz. Voir aussi le Tableau VIII où l'on trouve plusieurs exemples de changements du coefficient chlorophyllien observés après l'écoulement d'un jour.

TABLEAU VI.

Feuilles de pomme de terre								
Heure et date 1914	12·30 du soir 10. VI				6·30 du soir 11. VI			
Combinaison d'engrais	Coeff. chloroph.	Situation des bandes d'absp. dans le spect. en nombres relatifs	Largeur des bandes d'absp. en nombres relatifs	Situation des bandes d'absorption dans le spec. en longueurs d'ondes lumineuses λ en $\mu\mu$	Coeff. chloroph.	Situation des bandes d'absp. dans le spect. en nombres relatifs	Largeur des bandes d'absp. en nombres relatifs	Situation des bandes d'absorption dans le spec. en longueurs d'ondes lumineuses λ en $\mu\mu$
PK Az	36·25	4·585		689·0	113·28	4·521		701·0
		4·745	0·160 0·058	660·5		4·649	0·128 0·145	677·0
		4·803	0·218	651·5		4·794	0·273	652·0
sans engrais	30.69	4·545		696·5	73·41	4·512		702·5
		4·747	0·202 0·062	660·5		4·670	0·158 0·116	674·0
		4·809	0·264	650·5		4·786	0·274	654·0
Az K	58·68	4·566		693·0	79·74	4·519		701 0
		4 733	0 167 0·098	662·0		4·677	0·158 0·126	673·0
		4·831	0·265	648.0		4·803	0·284	651·0
P Az	47·56	4·543		696·5	51·82	4·519		701·0
		4 728	0·185 0·088	663·0		4·683	0 164 0·085	670·5
		4·816	0·273	690·0		4 768	0·249	656·0
PK	44·44	4·547		696·5	110·08	4·532		701·0
		4·727	0·180 0·080	664·0		4·651	0·119 0·131	677·5
		4·807	0·260	650·5		4·782	0·250	654·5

Nous ne savons pas pour quelle raison les résultats des observations, quant à l'influence des engrais sur le coefficient chlorophyllien, du 10/6 à 12^h30^m, sont contraires aux résultats des observations du 11/6 à 6^h30. Si nous acceptons le fait que le 10 Juin, à midi, l'assimilation était très faible (ce qui serait prouvé par la comparaison de ce tableau avec les observations faites sur d'autres plantes pendant le jour et la nuit), nous pouvons dire que les différences entre le coefficient chlorophyllien des plantes soumises à une alimentation différente ne peuvent être constatées que dans le cas d'une assimilation intense.

TABLEAU VII.

Situation des bandes d'absorption dans le spectre en nombres relatifs du spectromètre de M. Wagner et en longueurs d'ondes lumineuses.

Combinaison d'engrais	Pommes de terre Prądnik. Poids d'une feuille fraiche en gr. 15. VIII. 1914	Prądnik: pommes de terre 11. VI. 1914		Prądnik: pommes de terre 5. VII. 1914		Prądnik: betterave 11. VI. 1914		Dublany: pois „Victoria“ 30. V. 1914	
		nombre du spectm. de Wagner	longueurs d'ondes λ en $\mu\mu$	nombre du spectm. de Wagner	longueurs d'ondes λ en $\mu\mu$	nombre du spectm. de Wagner	longueurs d'ondes λ en $\mu\mu$	nombre du spectm. de Wagner	longueurs d'ondes λ en $\mu\mu$
sans engrais		4·512	702·5	4·502	704·5	4·503	703 5	4·511	702·5
	0·326	4·655	676·5	4·648	677·5	4·616	683·0	4·646	678·0
		4·767	657·0	4·731	663·0	4·725	664·0	4·728	663·0
PK Az	0·625	4·522	701·0	4·503	703·5	4·500	704·5	4·517	702·0
		4·647	678·0	4·640	679·0	4·619	682·5	4·641	679·0
		4·757	658·5	4·729	663·0	4·720	665·0	4·715	666·0
PK	0·542	4·511	702·5	4·509	702·5	4·510	702·5	4·545	696·5
		4·633	681·0	4·635	680·0	4·627	681·0	4·655	676·0
		4·739	661·5	4·725	664·0	4·728	663·0	4·727	664·0
P Az	0·318	4·512	702·5	4·490	706·0	4·504	703·5	4·519	701·0
		4·662	675·5	4·655	676·5	4·628	681 0	4·653	676·5
		4·750	659·0	4·724	664·0	4·728	663·0	4·716	666·0
Az K	0·449	4·517	702·0	4·507	703·5	4·508	702 5	4·533	698·0
		4·656	576·5	4·635	680·0	4·619	682·5	4·632	681·0
		4·762	657·5	4·730	663·0	4·722	665·0	4·708	666·5
PMg Az	0·416	4·514	702·0	4·489	706·0	4·511	702·5		
		4·651	677·5	4·656	676·5	4·632	681·0		
		4·753	662·0	4·727	664·0	4·734	662·0		
sans calcium								4·519	701·0
								4·632	681·0
								4·734	662·0

TABLEAU VIII.

Date 1920	Heure	Température de l'air en degrés centigrades	Syringa vulgaris coeff. chloroph.	Pirus communis coeff. chloroph.	Crataegus oxyacantos rosea coeff. chloroph.	Prunus triloba coeff. chloroph.	Phaseolus vulgaris coeff. chloroph.	Remarques particulières
14. IV	12·50 du soir	15·8	90·38	101·50	93·04	106·25		
14. IV	4·20 du soir	16·3	68 33	108·45	90 63	109·44		
14. IV	8·19 du soir	10·2	85·87	58 33	62 00	75 94		
14. IV	11·50 du soir	8·5	103·61	53·15	57·34	76·20		
15. IV	11·30 du matin	11·5	88·51	94·85	80·44	104 21		
15. IV	3·40 du soir	15·0	110·20	89·93	85·28			
16. IV	1·15 du matin	8·3	90·74	74·28				
16. IV	12·30 du soir	17·5	123·26	154·39			108·72	heure d'observ. du Phaseolus de 3^h40^m à 4^h30^m du soir (plante de serre)
16. IV	11·10 du soir	11·1	74·87	82·43			95·04	heure d'observ. du Phaseolus de 1^h50^m à 2^h25^m du matin (plante de serre)

engrais. Cette position est exprimée en nombres relatifs d'après M. Wagner et en longueurs d'ondes correspondantes. Comme nous l'avons déjà dit, la position des bandes d'absorption dans le spectre dépend du dissolvant dans lequel se trouve l'agent absorbant les radiations lumineuses, tandis que leur largeur absolue est liée à l'épaisseur de la feuille examinée[1]). A ce tableau est joint le poids d'une feuille fraîche (poids moyen de 150 feuilles). Notre dessein était de sécher ces feuilles, cueillies le 15 Juillet 1914, pour les étudier ultérieurement, mais la guerre a interrompu ce travail.

19. Pour étudier l'influence de la situation de nos parcelles sur le coefficient chlorophyllien, nous avons comparé les moyennes de ce coefficient, suivant la situation respective des parcelles, dans les trois bandes *A*, *B* et *C* du Champ d'expériences. Ainsi, le coefficient chlorophyllien était de:

dans la bande	*A*:	52·98%
„ „ „	*B*:	58·27 „
„ „ „	*C*:	60·00 „

Désirant éviter des erreurs provenant de l'influence de la situation d'une parcelle donnée sur le coefficient chlorophyllien, nous avons disposé nos parcelles de telle sorte que dans chaque bande de terrain (*A*, *B* et *C*) se trouvaient les parcelles qui avaient reçu les mêmes engrais. De cette manière, l'erreur d'observation a été répartie sur toutes les combinaisons d'engrais, grâce à quoi leur comparaison n'a pas donné de résultats contestables.

Conclusions.

20. Des résultats constatés dans le courant de nos recherches nous pouvons, en toute probabilité, conclure ce qui suit:

a) Pendant la durée de nos observations, des changements se produisaient dans les plantes étudiées qui étaient dûs au développement de celles-ci et se traduisaient par des différences de la largeur des bandes d'absorption dans le spectromètre. Ces bandes sont

[1]) Il est évident, d'après les tableaux IV et VI, que la position des bandes d'absorption de la chlorophylle (de feuilles vivantes) dans le spectre dépend aussi de la présence dans la cellule des produits d'assimilation, voir les sucres ou autres hydrates de carbone, qui font augmenter la réfraction de la lumière dans la cellule.

attribuées à la néochlorophylle et à l'allochlorophylle. Nous avons appelé coefficient chlorophyllien le rapport entre les largeurs de ces bandes d'absortion, exprimé en nombres relatifs d'après M. Wagner et calculé en représentant par 100 la largeur de la bande d'absorption de la néochlorophylle; on exprimait la largeur de la bande de l'allochlorophylle en centièmes de la largeur de la bande de la néochlorophylle. Ce coefficient, semblait se diriger, simultanément avec le développement des plantes, vers la diminution de la largeur de la bande d'absorption de l'allochlorophylle.

b) A une certaine période de développement des plantes étudiées, nous avons constaté que le rapport de la néochlorophylle à l'allochlorophylle variait dans l'espace de 24 heures; cela arrivait au profit de l'allochlorophylle pendant le jour et au profit de la néochlorophylle pendant la nuit.

c) Quant aux aliments administrés aux plantes sous la forme d'engrais chimiques, le manque de potassium provoquait la diminution absolue ainsi que relative de la largeur de la bande d'absorption de l'allochlorophylle et l'augmentation simultanée de la largeur de la bande de la néochlorophylle. Le manque de potassium diminuait le coefficient chlorophyllien (v. ci-dessus *a*).

d) Le manque de potassium exerçait une action sur le changement, pendant le jour, du rapport de la néochlorophylle à l'allochlorophylle, en réduisant ce changement dans la feuille de pomme de terre jusqu'à son minimum.

e) Dans le changement du coefficient chlorophyllien dû au développement de la plante, l'action du manque de phosphore était évidente, le manque a presque complètement arrêté le changement de ce coefficient dans la feuille de pomme de terre (changement qui aurait dû se produire dans le sens de la diminution de la largeur de la bande d'absorption d'allochlorophylle à mesure du vieillissement de la plante), notamment en réduisant, au cours du développement de la plante, la largeur des deux bandes d'absorption.

f) L'action de l'azote et l'action ultérieure du phosphore consistaient en ce que ces éléments diminuaient la largeur de la bande d'absorption de la néochlorophylle et qu'ils augmentaient plutôt celle de la bande de l'allochlorophylle.

g) Le calcium et le magnésium avaient, paraît-il, une certaine influence sur le coefficient chlorophyllien. Il nous a été impossible de déterminer exactement cette influence.

Discussion des conclusions.

21. Les plantes jeunes se distinguent d'habitude par une couleur plus claire de leurs feuilles. A mesure du développement de la plante cette couleur devient de plus en plus sombre. D'après ce que nous avons constaté, c'est l'augmentation de la quantité de néochlorophylle (de chlorophylle bleu verte) dans les feuilles de pomme de terre qui explique ce phénomène. Ce qui est intéressant, c'est que ce processus ne s'est pas produit dans les feuilles des pommes de terre qui souffraient du défaut de phosphore comme aliment. Ces plantes sont souvent de couleur sombre, ce qui apparaît de bonne heure dans les feuilles jeunes, pas aussi sombres cependant que celles qui souffrent à cause du manque de potassium.

La lumière vive du soleil détruit la chlorophylle. Il est possible que cette destruction de la chlorophylle, c'est-à-dire l'oxydation d'une de ses formes aux dépens de l'autre[1]), se manifeste dans l'augmentation de la quantité d'allochlorophylle, pendant le jour, comme nous l'avons observé, et dans le retour à l'état précédent pendant la nuit, c'est à dire le retour à un certain rapport entre la néochlorophylle et l'allochlorophylle. Une plante qui se développe tendrait donc non seulement au rétablissement du rapport des deux pigments de la feuille à l'état précédent, mais aussi à une augmentation de la quantité de néochlorophylle.

Si cette hypothèse était exacte, la courbe normale du coefficient chlorophyllien, pendant le développement de la pomme de terre, serait la suivante: les différences des changements au cours d'un jour du coefficient chlorophyllien, durant la période du développement de la plante, s'additionneraient toutes en tendant à réduire ce coefficient. Cette courbe serait uniforme, pour les pommes de terre qui n'étaient pas suffisamment pourvues de phosphore, avec des variations journalières insignifiantes. A un moment donné, elle serait interrompue à la suite de la mort de la feuille. On sait, dans la pratique agronomique, que les plantes dé-

[1]) L'oxydation de la néochlorophylle en allochlorophylle, qui était censée constituer le processus d'assimilation, a été considérée par M. Willstätter comme une hypothèse. M. Timiriazieff a pensé que la protophylline de MM. Lubimenko et Montéverdé s'oxydait en chlorophylle et que c'était là le processus d'assimilation. Le spectre de la protophylline ressemble d'une manière frappante à celui de l'allochlorophylle.

pourvues d'une quantité suffisante de phosphore mûrissent plus tard que celles normalement nourries; et que leurs feuilles brunissent et dépérissent. Ce fait est tout à fait conforme à notre hypothèse. Ainsi que nous l'avons vu, le manque de phosphore n'a pas permis à la plante étudiée par nous de subir un changement apparément normal du coefficient chlorophyllien, dans le sens de l'augmentation de la quantité de néochlorophylle; il a immobilisé le rapport mutuel des deux pigments. La nature chimique de ce phénomène nous est inconnue.

A ce qu'il paraît, il serait plus profitable, pour les recherches sur la chlorophylle, de diviser les aliments des plantes en deux ou trois classes, selon leur action sur la chlorophylle. Ainsi nous pourrions distinguer: 1) les éléments que nous trouvons dans la chlorophylle 2) les éléments qui sont nécessaires à la formation de l'appareil assimilateur des plantes comme le fer et 3) les éléments qui sont indispensables au fonctionnement normal de cet appareil comme le phosphore, le potassium et, peut-être même, le chlore (en supposant que celui-ci n'agisse pas exclusivement sur les diastases qui dissolvent l'amidon). Le magnésium et l'azote exerceraient une action sur la quantité de chlorophylle, ce qui a été constaté. Sans fer, la plante ne pourrait point créer un appareil chlorophyllien normal; sans phosphore et sans potassium, cet appareil ne pourrait pas fonctionner de manière satisfaisante.

L'action de potassium est plus aisément compréhensible que celle du phosphore, parce que dans ce cas nous avons plus de données à notre disposition. Pour mettre cette action du potassium en évidence, admettons la courbe hypothétique dont il a été question, modifiée par le défaut d'une quantité suffisante de potassium. Nous apercevrions alors que cette courbe, sans changement journalier, se développe, peu fortement d'ailleurs, dans le sens de l'augmentation de la quantité de néochlorophylle (qui est déjà assez considérable); et qu'après un certain temps (plus court que lorsqu'il s'agit de plantes normales), elle est interrompue à la suite du dépérissement de la feuille. Le développement de la courbe du coefficient chlorophyllien, dans les plantes cultivées sans potassium, est confirmé par le fait maintes fois constaté (p. ex. par M. Godlewski dans le travail cité plus haut) que d'habitude les feuilles, d'un vert très sombre, des plantes (surtout de pommes de terre) qui n'ont pas été pourvues d'une quantité suffisante de potassium, dé-

périssent subitement et plus hâtivement que celles des plantes normales, sans jaunir auparavant.

Nous ne savons pas en quoi consiste l'action chimique du potassium sur la chlorophylle. Les faits observés permettent cependant de faire quelques hypothèses concernant le processus d'assimilation.

M. Nobbe et ses collaborateurs ont remarqué que les grains d'amidon ne se forment pas dans les feuilles d'une plante dépourvue de potassium. Ce phénomène prouverait plutôt un affaiblissement de la force d'assimilation que sa cessation, car l'amidon ne constitue pas un produit d'assimilation immédiat; il est plutôt le résultat de la condensation des produits d'assimilation. Les agronomes ou pour mieux dire, les codificateurs de la science agronomique ont souvent constaté une diminution des quantités de sucre et d'amidon dans les graines ou les tubercules des plantes dépourvues d'une quantité suffisante de potassium dans le sol. M. Macallum a trouvé du potassium dans la cellule située tout près de l'appareil chlorophyllien. Enfin, et ceci concerne les changements du coefficient chlorophyllien que nous avons observés (changements dûs au développement de la plante dans le cours d'un jour), on a remarqué que pendant la nuit les plantes sont plus riches en parties minérales et que, vers l'automne, les feuilles deviennent plus pauvres en potassium.

Si nous ajoutons le changement trouvé du coefficient chlorophyllien, sous l'influence de la lumière, et si nous constatons l'influence du potassium sur le coefficient chlorophyllien, nous pouvons supposer que, dans une partie du processus photosynthétique, la chlorophylle ait agi chimiquement et qu'alors le potassium ait joué un rôle important. Nous admettons donc que la transformation de la néochlorophylle en allochlorophylle constitue le principe fondamental de ce processus chimique, car c'est ainsi qu'il faut expliquer le changement de la largeur des bandes d'absorption de la néochlorophylle et de l'allochlorophylle. Si l'allochlorophylle était un produit du processus d'assimilation qui se passe pendant la transformation de la néochlorophylle en allochlorophylle, il faudrait supposer par conséquent que ce fût avant tout la néochlorophylle qui constitue le pigment assimilateur.

Cette hypothèse, encore insuffisamment motivée, serait pourtant confirmée par ce fait que le sommet de la courbe d'assimilation apparaît dans le spectre entre les raies *B* et *C* entre lesquelles

se trouve précisément la première et la principale bande d'absorption de la néochlorophylle. La principale bande d'absorption de l'allochlorophylle paraît entre les raies *C* et *D*.

22. Il est impossible de trouver dans notre travail des indications directes pour la culture des plantes agricoles. Les expériences, nombreuses jusqu'à l'excès, faites sur des engrais ont démontré la nécessité de l'adjonction de divers engrais chimiques, ainsi donc aussi de ceux qui contiennent les deux aliments dont nous nous sommes occupés tout particulièrement dans ce travail, le phosphore et le potassium.

Si la méthode d'étude des besoins alimentaires des plantes se développera dans la voie des recherches sur le coefficient chlorophyllien, elle nous donnera, peut-être, un moyen de reconnaître certains agents de la fertilité du sol. Mais ce qui constituerait surtout l'avantage de cette méthode, ce serait la possibilité d'étudier les plantes in vivo.

Si notre classification des aliments des plantes, quant à leur action sur la chlorophylle, est fondée, nous ne pourrons probablement constater, en étudiant le coefficient chlorophyllien, que la richesse du sol en phosphore et en potassium seulement. Quant à l'azote et au magnésium, il faudrait trouver des méthodes nouvelles permettant de déterminer facilement la quantité de chlorophylle dans la feuille. Cependant d'autres conditions de végétation qui ne sont pas encore étudiées, bien qu'elles aient été indiquées par M. Marchlewski, comme la richesse du sol en eau, peuvent jouer aussi un rôle important. Apparemment il faudrait encore prendre en considération la quantité d'air dans le sol, la présence de corps toxiques ou bien de ceux qui se comportent comme le zinc (dans les expériences faites sur la culture des végétaux dans les vases de zinc) etc.

Pour rendre possible l'étude de la richesse du sol en potassium et en phosphore, on devra surtout déterminer le coefficient chlorophyllien et la courbe de ses changements (pendant le développement de la plante et dans l'espace d'un jour) dans plusieurs espèces et variétés des plantes, pendant toute la durée de leur végétation. Il faudra alors établir d'abord les types normaux de ces phénomènes. Ensuite, on devra dresser la courbe du coefficient chlorophyllien sous l'action de différents degrés de défaut ou d'excès d'alimentation potassique ou phosphorée.

Qu'il me soit permis d'exprimer ma reconnaissance à M. le prof. C. Rogoyski qui a mis à ma disposition le Champ d'expériences de l'Université de Cracovie à Prądnik. Je remercie aussi M. C. Mościcki des précieux conseils dont il m'a fréquemment favorisé. Je dois, d'autre part, une reconnaissance spéciale à feu le prof. C. Miczyński qui m'a permis de faire usage de ses matériaux. De même, je remercie M. le prof. Vorbrodt de ses remarques concernant ce travail. Mais c'est surtout à M. le prof. L. Marchlewski que j'adresse mes sincères remerciements pour sa bienveillance et l'aide active qu'il m'a prodiguée pendant toute la durée de mon travail.

Institut Agronomique de l'Université Jaguellonne. Cracovie. 1914—1920.

Ouvrages cités.

1. Stokes, Proc. Roy. Soc. 21, 492 (1873) d'après Marchlewski „Chemie der Chlorophylle", Brunswick 1909.
2. Sorby, Proc. Roy. Soc. 21, 480 (1872) d'après Willstätter und A. Stoll „Untersuchungen über Chlorophyll", Berlin 1913.
3. Hartley, „Die Farbstoffe des Chlorophylls" d'après Marchlewski l. c.
4. Montéverdé, Acta Horti Petropolitani 13, (1893, 1894) d'après Marchlewski.
5. Etard, voir Marchlewski, „O współczynniku chlorofilowym" Roczniki Nauk Roln. p. 2, partie 3—4. 1912.
6. Willstätter voir Marchlewski dans les Roczn. Nauk Roln.
7. E. Gain, „Précis de Chimie Agricole" str. 131, 1918.
8. Marchlewski et Schunk, Bull. de l'Acad. des Sc. de Cracovie 1910.
9. Marchlewski et Jacobson, „Studien in der Chlorophyllgruppe" Biochem. Ztschrift XIV, XV, vol. 39 i 40, partie 3 et 4, 1912.
10. M. Wagner, „Studien im Walde", Berlin 1907, Bull. de l'Acad. des Sc. de Cracovie p. 241, mai 1914, All. Forst u. Jagd Ztg 1913 juin octobre.
11. l. c. p. 23—25, 115.
12. Timiriazieff, Croonian Lect., Proc. Roy. Soc. 1903.
13. voir Wimmer-Bernburg, „Kalimangelerscheinungen der Pflanze" Arbeiten der D. L. G. „Jak się zaznacza na tymotce i na koniczynie brak potasu" dr. Hjalmar v. Feilitzen 1904 „Versuche der Beurteilung des Düngerbedürfnisses des Bodens" Mitscherlich, Fühlings Landw. Zeitung 1914, str. 75. Wilfarth u. Wimmer, Ztschr. f. Pflanzenkrankheiten 1903.
14. Stoklasa, Ztschr. Landw. Versuchswesen in Österreich. 1908.
15. Verdeil u. Pfaundler, Annl. d. Chem. u. Pharm. 115, p. 37—45.
16. Stoklasa, Ber. 19, 2761 (1896), Stoklasa, Sebor et Senft, „Beitrag zur Kentnis der Zusammensetzung des Chlorophylls", Botn. Zentralblt. 30, I, Heft 1—2, 167—265.

17. Mameli Eva, Atti della Reale Accademia dei Lincei, Rendiconti 24, I, nro 7, pp. 770—760.
18. Gilbert, Brit. Assoc. for the Advanc. of Science, Aberdeen 1885.
19. E. Gain, Précis de Chimie Agricole 1918 p. 133.
20. Loew, „The physiol. rôle of min. nutriments" p. 33, 1899.
21. Willstätter u. Stoll, „Untersuchungen über Chlorophyll" 1913.
22. Mameli Eva l. c.
23. Gain l. c.
24. Nobbe u. Siegert, Landw. Versuchst. Bd. IV, p. 318, VI p. 108.
25. voir History of Botany, J. R. Green, Cambridge 1909, p. 362.
26. Knop, c. w. W. Palladin, Pflanzenphysiologie, p. 86.
27. Nobbe, Landw. Versuchst. XIII, p. 368.
28. H. Hellriegl u. Wilfarth, Vegetationsversuche über den Kalibedarf einiger Pflanzen, angestellt an der landw. Versuchst. Bernburg 1898, H. Wilfart u. Wimmer, „Die Wirkung des Kaliums auf das Pflanzenleben nach Vegetationsversuchen mit Kartoffeln, Tabak, Buchweizen, Zenf, Zichorien und Hafer, Berlin 1902. G. Wimmer, „Nach welchen Gesetzen erfolgt die Kaliaufnahme der Pflanzen aus dem Boden", Berlin 1908.
29. Macallum A. B. Journ. of Physiology 1905, Ergebnisse der Physiologie, hrsgb. B. Ascher, K. Spiro 1908.
30. Ville Georges, Comptes Rendus C. IX, 1891, p. 397.
31. Godlewski et St. Jentys, Wymagania pokarmowe niektórych roślin gospodarczych, Roczn. Nauk Roln. 1903, p. 275, XX. I, Kraków.
32. Wagner M., „Ein neues Spectralphotometer mit Savartschem Polariskop, Zeitschr. f. Instrumentenkunde p. 149, 1913, V, Mai.
33. Hartley, Transactions Chem. Soc. 77, 1080 (1900).
34. Marchlewski, „Chemie der Chlorophylle" p. 9.
35. Iwanowski, Ein Beitrag zur physiologischen Theorie des Chlorophylls, Ber. d. d. B. G. Bd. XXXII, p. 441, 1914.
36. Cité d'après Iwanowski, présenté à la séance de la Société phys. chim. auprès de l'Université de Varsovie.
37. l. c.
38. voir J. Włodek, Doświadczenia nad działaniem niektórych nawozów azotowych na glebie wapiennej, Kosmos XXXVIII, Lwów 1913.

Ilościowe określenia mocznika we krwi. — Dosage de l'urée dans le sang par le xanthydrol. Contribution à l'étude de la vitesse de la disparition de l'urée du sang pendant la digestion.

Note

de M. *J. BROWIŃSKI,*

présentée, dans la séance du 5 Juillet 1920, par M. St. Bądzyński m. t.

1) Les méthodes de dosage quantitatif de l'urée dans le sang et leurs nombreuses modifications ne donnent pas en général des résultats de précision suffisante. L'auteur a donc appliqué au sang la technique de dosage pondéral de la dixanthyl-urée. La solution alcoolique de xanthydrol abandonnée pendant un certain temps à la température du laboratoire (technique de Foss [1])) précipite quantitativement l'urée en présence de l'acide acétique cristallisé. Cette dixanthylurée $CO\left(NH—CH\begin{<}C_6H_4\\C_6H_4\end{>}O\right)_2$ contient 6·66% d'azote; pour calculer le poids de l'urée en fonction du poids de la xanthylurée on multiplie celui-ci par 0·1428. Des expériences préliminaires avec une solution titrée de l'urée ont montré que la formation de ce dérivé du xanthydrol est exactement quantitative.

Dosage de l'urée dans le sang. 50 cm³ de sang défibriné, recueilli dans un ballon jaugé, ont été additionnés d'un volume de 200—400 cm³ d'alcool pour épuiser l'urée, en agitant le mélange ou en l'abandonnant simplement pour 24—48 heures. Une partie de l'extrait alcoolique est distillé sous pression réduite. le résidu est dissous dans de l'acide acétique cristallisé et additionné de

[1]) Albert Morel, Précis de Technique chimique.

quelques cm³ de solution alcoolique à 5% de xanthydrol. Après un ou deux jours on recueille le précipité sur un creuset-philtre en platine (creuset de Gooch) que l'on pèse. On a constaté la concordance des résultats obtenus avec le sang défibriné ou non, soumis à une agitation plus ou moins forcée ou simplement épuisé pendant 24 heures d'abandon au laboratoire.

Dans 25 cm³ de sang de boeuf on a obtenu: 0·019. 0·021, 0·022 gr de xanthyl-urée ce qui répond à 0·0027, 0·003, 0·003 gr d'urée. Dans 50 cm³ de sang de cheval on a obtenu 0·058. 0·060 gr de ce dérivé en modifiant les circonstances de dosage.

2) **Dosage de l'urée dans le sang pendant la digestion de la viande.** Un chien de 10 kg a été soumis à l'abstinence absolue pour pouvoir doser l'urée dans son sang avant le repas. Une heure après ce dosage, l'animal a reçu exlusivement une ration d'un kilogramme de viande. L'urée a été dosée dans des échantillons de 25 cm³ de sang prélevés à des intervalles divers pendant la digestion. On a obtenu les résultats suivants:

	dixanthyl-urée gr	urée gr	pour 100 cm³ de sang
Faim	0·037	0·0054	0·0216
	0·035	0·0051	0·0204
Après le repas carné:			
5h 40	0 1347	0·0105	0·078
	0·1294	0·0187	0·075
9h 30	0·0821	0·012	0·0476
10h 30	0·057	0·0083	0·033

Les nombres obtenus démontrent que l'accumulation de l'urée dans le sang passe par un maximum qui est atteint dans notre expérience vers 5 heures après le repas. Cela coïnciderait avec le maximum de l'élimination de l'azote par le rein (Graham Lusk Ernährung und Stoffwechsel, page 106. Wiesbaden 1910). La chute de concentration de l'urée dans le sang diminue progressivement et tombe à la limite de la faim dans un intervalle de temps qui est approximativement égal à l'intervalle nécessaire pour la digestion complète de la viande fournie au repas. L'écart est dû, en partie au moins, à la variation de la quantité de sang, diminuée par la prise des échantillons. D'après les études d'Arrhenius, le temps que met un chien pour la digestion stomacale complète de la viande peut

être représenté par la formule $t = 0{\cdot}342\sqrt{M}$ [1]). Cela fait, pour $M = 1$ kg de viande, 10·8 heures d'après le calcul, 10·5 dans nos expériences.

3) L'azote de l'urée descend à 23% de l'azote total non-protéique provenant de la désassimilation des matières protéiques (ammoniaque, acides oxyprotéiques etc). Ce rapport est l'inverse de la valeur du „coefficient azoturique": $\frac{\text{azote de l'urée}}{\text{azote total}}$ qui varie suivant la nature des principes alimentaires ingérés de 0·82—0·87. Ceci démontre que la vitesse de l'élimination de l'urée par les reins dépasse plusieurs fois la vitesse de l'élimination d'autres corps azotés et non-protéiques qui circulent dans le sang.

[1]) Zeitschrift f. physiol. Chemie 63, page 383.

Laboratoire de Chimie biologique de la Faculté de médecine de l'Université de Lwów.

Ujście serc limfatycznych płazów. — Embouchure des coeurs lymphatiques dans les veines des amphibies.

Note

de M. **ZYGMUNT FEDOROWICZ,**

présentée, dans la séance du 5 Juillet 1920, par M. H. Hoyer m. t.

Dans mes recherches sur l'anatomie et le développement du système vasculaire chez les amphibies indigènes j'ai souvent observé, près de l'embouchure des coeurs lymphatiques dans les veines, certaines particularités qui ne s'accordaient pas avec les descriptions que l'on trouve dans les traités et dans les mémoires originaux. C'est pourquoi j'ai entrepris un examen systématique des embouchures des coeurs lymphatiques chez les amphibies indigènes anoures et urodèles, aussi bien chez les larves que dans les formes adultes.

Le présent travail est le résultat de recherches faites d'abord au Laboratoire d'Anatomie comparée de l'Université de Cracovie et achevées ensuite au Laboratoire de Zoologie de la Société des Sciences de Varsovie.

L'embouchure des coeurs lymphatiques des amphibies a une histoire qui date de la moitié du XIX^{e} siècle. Panizza en 1833 publia une première description des valves qui se trouvent à l'embouchure du coeur lymphatique dans la veine. Il les compare aux soupapes situées près de l'embouchure des veines dans la Vena cava. Oehl et Ranvier imaginaient que les coeurs lymphatiques ont leurs propres vaisseaux (*ductus lymphatici*) par lesquels la lymphe s'écoule dans la veine. Mais Oehl avait déjà remarqué que, dans certains cas, le coeur n'a pas un vaisseau emmenant et verse la lymphe directement dans la veine.

A une époque postérieure, Wielikij donne la première description, conforme à la réalité, de l'embouchure du coeur lympha-

tique dans la veine. De nombreux détails essentiels ont été remarqués par des naturalistes polonais, avec le prof. Henri Hoyer (jun.) en tête. Ses élèves: Udziela, Radwańska, Barański et l'auteur du présent travail ont publié divers mémoires sur les coeurs lymphatiques et leur orifices.

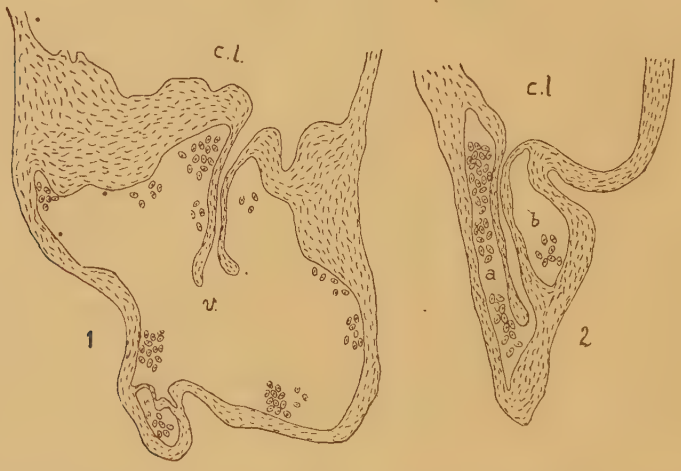
Ces travaux ont prouvé qu'il n'y a pas de vaisseaux particuliers (*ductus lymphatici*) emmenant la lymphe du coeur lymphatique. Le coeur lymphatique communique directement avec la veine à l'aide d'un orifice garni d'une valve formée d'une des deux façons suivantes: l'une se compose de deux petites poches qui pendent dans la veine (description de Hoyer et Radwańska); la valve peut aussi être constituée par une cloison suspendue comme une poche sous l'orifice du coeur et possédant aux deux extrémités de petites ouvertures rondes (description de Fedorowicz). Une valve de ce type a été observée exclusivement chez les larves de *Pelobates fuscus,* trouvées aux environs de Cracovie.

J'ai examiné les espèces suivantes des amphibies anoures: *Bombinator igneus* Laur., *Pelobates fuscus* Laur.. *Hyla arborea* Linn., *Bufo vulgaris* Laur., *Rana temporaria* Linn., *Rana esculenta* Linn. et les espèces suivantes des amphibies urodèles: *Triton vulgaris* Linn, *Triton cristatus* Laur., *Salamandra maculosa* Laur.

J'ai étudié des formes adultes et des larves. L'examen était purement microscopique. Je n'ai pas entrepris l'injection du système vasculaire qui, au point de vue auquel je me plaçais, était inutile. Les objets d'étude étaient fixés à l'aide du liquide de Perenyi, souvent à l'aide de l'alcool et de la formaline, et colorés par l'hématoxyline d'Ehrlich et l'éosine. L'épaisseur des coupes était de 10—15 μ. Pour éviter des erreurs dans les cas exigeant le contrôle, je préparais des reconstructions en cire. La reconstruction permet de contrôler des détails anatomiques compliqués surtout au moment où la direction d'une coupe est difficile à déterminer; elle facilite aussi l'orientation dans l'espace.

Les résultats auxquels je suis arrivé ont servi à confirmer ceux qui ont été obtenus par mes prédecesseurs à l'égard de la communication directe des coeurs lymphatiques dans les veines et la nonexistence des vaisseaux emmenants. Même dans le cas où plusieurs coeurs lymphatiques existent, comme cela a lieu par exemple chez les grenouilles, très près l'un de l'autre, chaque coeur s'ouvre directement dans la veine.

Le coeur lymphatique est placé sur la veine de manière que l'intérieur de la veine et celle du coeur ne sont séparés que par une mince cloison d'endothélium et de très délicates fibrilles de tissu conjonctif ou musculeux. La constitution de la cloison est analogue à celle des deux couches essentielles qui se trouvent dans chaque veine, à savoir *Tunica externa* et *Tunica intima*. Dans la cloison séparant l'intérieur du coeur lymphatique de celui de la veine se trouve une ouverture par laquelle le coeur communique avec la veine. La forme de cette ouverture varie. La forme la plus fréquente est celle d'une crevasse oblongue et rectangle, dans certains cas elle a la forme d'une faucille. On trouve aussi quelquefois des ouvertures carrées



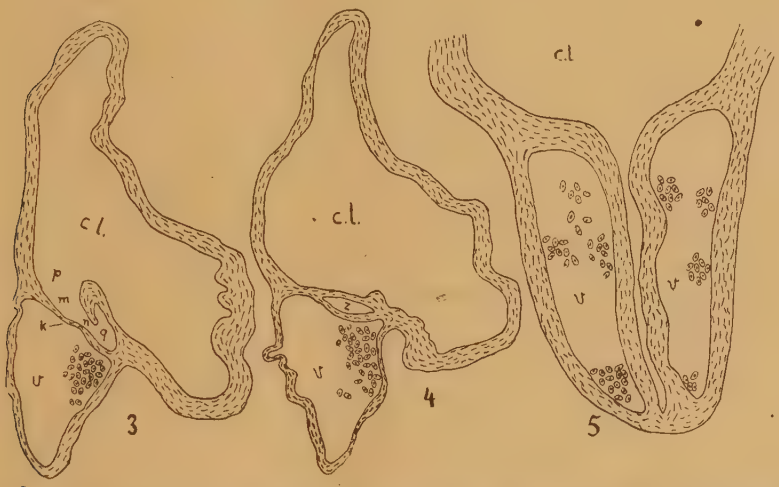
rondes ou elliptiques. Par cette ouverture la lymphe s'écoule dans la veine.

Pour éviter le reflux du sang de la veine au coeur lymphatique l'ouverture est munie d'une valve. Celle-ci peut être construite de quatre manières dont nous donnerons la description.

Type premier fondamental, le plus fréquent. La valve de ce type est représentée dans la fig. 1. Des bords de l'ouverture, faisant communiquer le coeur lymphatique avec la veine, pendent dans la direction de l'intérieur de la veine deux souples replis. Les replis sont très minces, mais leur épaisseur n'est pas uniforme. Leur structure histologique est la même que celle de la cloison entre le coeur et la veine qui a déjà été décrite. Entre les replis se trouve une fente habituellement très étroite et même in-

visible. Le fonctionnement de cette valve est le suivant: le coeur lymphatique se contracte et la lymphe se fait jour en passant entre les replis. Lorsque la veine est remplie de sang et de lymphe, sous la pression du liquide, les replis se réunissent, la fente parmi eux disparaît et le sang n'arrive plus au coeur.

Le second type de la valve, représenté dans la fig. 2, est une modification du premier. L'un des deux replis qui est un peu plus long, adhère à la paroi de la veine, l'autre reste libre. L'intérieur de la veine (observée sur une coupe transversale) est divisé en deux parties inégales. La partie plus petite (désignée dans la figure par la lettre *b*) constitue un canal parallèle à la veine et



réuni avec elle aux extrémités. Le sang s'écoule par la principale partie de la veine (dans la figure: lettre *a*). Dans le canal *b* on observe la présence du sang mais, pour l'écoulement du sang, ce canal a un rôle secondaire. Le fonctionnement de la valve de ce type ne diffère pas de celui du premier. L'écoulement de la lymphe dans la veine est assuré et le mouvement dans la direction inverse est impossible à cause de la pression du sang, pression qui s'exerce sur le repli libre.

Le troisième type représenté dans la fig. 3 est pareillement une modification du premier type, mais une modification plus compliquée. Ce type de la valve a été déjà décrit dans mon Mémoire: „Beitrag zur Kenntnis der Anatomie und Entwicklung einiger Venen bei Amphibien". Voilà comment cette valve est constituée.

Des bords de l'ouverture pendent deux replis de longueur inégale; l'un est petit, l'autre est long. Le long repli est réuni à la paroi de la veine; il est placé horizontalement. Il divise l'intérieur de la veine en deux parties: l'une petite, en forme de poche située sous l'ouverture du coeur lymphatique, et une autre plus grande sous le repli horizontal, servant à l'écoulement du sang. Le petit repli pend librement vers l'intérieur du canal *q*. On le trouve sur une coupe faite à travers de l'ouverture du coeur. Sur les coupes faites plus loin (voir la fig. 4) nous voyons que le petit repli est soudé au long. Un canal elliptique (fig. 4) s'est formé par conséquent, parallèlement à la veine, communiquant aux extrémités avec elle. Le mécanisme de la valve de ce type est le suivant: la lymphe arrive par l'ouverture *p* (fig. 3) dans la poche *m* (fig. 3) et s'écoule dans le canal *q* (fig. 3) par l'ouverture *n* (fig. 3). En suivant le canal la lymphe atteint la veine. Au moment où le sang remplit la veine, le repli horizontal forme saillie et ferme l'ouverture *p*

Le quatrième type est représenté sur la fig. 5. Il se déduit directement du premier. Les replis de la valve sont devenus tous les deux longs et se sont réunis à la paroi de la veine, vis-à-vis de l'orifice du coeur lymphatique. La veine est divisée en deux canaux parallèles par lesquels le sang s'écoule. Les deux replis sont situés tout près l'un de l'autre, mais la fente parmi eux est bien visible. La fente forme aussi un canal très étroit, réuni aux extrémités à l'intérieur de la veine. L'écoulement de la lymphe ne rencontre aucune difficulté. La pression du sang sur les replis ferme facilement la fente et ne permet pas le reflux du sang vers le coeur lymphatique.

En étudiant le système vasculaire des amphibies on observe encore certaines complications. Les coeurs lymphatiques ne présentent pas toujours un type bien déterminé. Il y a des valves qui appartiennent à un type intermédiaire et ressemblent en même temps, à deux des types déjà décrits. Ce phénomène est facile à expliquer car les différents types des valves ne sont que des modifications du type le plus fréquent et fondamental. C'est pourquoi, sur une coupe, on observe quelquefois deux replis libres et égaux, sur la coupe voisine l'un des deux replis devient plus long et, un peu plus loin, un repli se réunit à la paroi de la veine et l'autre reste libre.

Les formes intermédiaires des valves sont en général fréquentes. Le troisième type est toujours définitif. Les autres se confondent entre eux de la manière suivante: le premier type avec le deuxième et le premier avec le quatrième.

On trouve la valve du premier type chez tous les anoures et les urodèles. Chez les urodèles il est le seul possible. J'ai trouvé le second type chez *Hyla arborea* mais des exemplaires différents avaient aussi le type premier et les formes intermédiaires. Le troisième type se trouve chez les larves de *Pelobates fuscus* trouvées aux environs de Cracovie. Les *Pelobates* adultes trouvés aux alentours de Varsovie appartenaient au premier type. *Bombinator igneus* est du quatrième type mais on trouve aussi chez cette espèce le type premier. Un des résultats de mes études est qu'un problème fonctionnel de l'organisme (dans notre cas l'écoulement de la lymphe dans la veine) peut être résolu anatomiquement de différentes manières, même chez des formes rapprochées et chez des exemplaires d'une même espèce.

Je me permets d'exprimer ma reconnaissance à M. le prof. H. Hoyer qui a bien voulu m'aider de ses précieux conseils et M. le prof. J. Tur qui m'a aidé à préparer des microphotographies.

Bibliographie.

1. Barański J.: Rozwój tylnych serc limfatycznych kumaka. Rozprawy Akad. Umiej. 1911.
2. Fedorowicz Z. Beitrag zur Kenntnis der Anatomie und Entwicklung einiger Venen bei Amphibien. Bull. de l'Acad. des Sciences de Cracovie 1914.
3. Hoyer H.: O limfatycznych sercach żab. Rozprawy Akad. Um. 1904.
4. Oehl: Sui cuori linfatici posteriori della Rana. Milano 1892.
5. Panizza. Sopra il sistema linfatico dei Rettili; ricerche zootomiche. Pavia 1833.
6. Radwańska M.: Przednie serca limfatyczne żaby. Rozpr. Akad. Um. 1906.
7. Ranvier: Technisches Lehrbuch der Histologie, übersetzt von Nicati und v. Wyss. Leipzig 1888.
8. Udziela S. und Hoyer H.: Untersuchungen über das Lymphgefäßsystem von Salamanderlarven. Morpholog. Jahrb. 1912.
9. Wielikij: Weitere Untersuchungen über die Lymphherzen und Lymphgefäße einiger Amphibien. Jahresbericht f. Anatomie u. Physiologie. 1888.

Pękanie pylników i rola t. zw. stomium. — La séparation des valves des anthères et le rôle du stomium.

Résumé d'un Mémoire

de M. **Z. WÓYCICKI,**

présenté, dans la séance du 14 Juillet 1919, par M. E. Godlewski m. t.

1. Dans la région du sommet de la cloison et des sommets des valves de l'anthère, il faut distinguer:

a) Les grandes cellules épidermiques, nommées déjà par MM. Ch. Chamberlain et J. M. Coulter stomium (Fig. 1 *s* du texte) et qui jouent le rôle de „Schwellgewebe“ de M. le prof^r. Gebel.

b) Le crampon ou liaison, composé de quelques petites cellules, qui réunissent les deux valves (Fig. 1 *k* du texte).

c) Le parenchyme reliant qui se compose de cellules spécifiques et constitue le sommet de la cloison qui sépare les deux logettes de l'anthère (Fig. 1 *M* du texte).

2. Il faut distinguer:

a) la séparation des valves des anthères,

b) la déhiscence des anthères ou le recourbement des valves de celles-ci.

3. La séparation des valves des anthères est précédée par le détachement des valves de la cloison. Pendant ce détachement les valves sont réunies par le crampon (Fig. 2, Fig. 3 *b*, Planche I, Fig. 6 et Fig. 7, Planche II).

4. La cause du détachement des valves de la cloison est la destruction ou l'atrophie de la substance intercellulaire parmi les cellules du sommet de la cloison (Fig. 3 *b* et Fig. 4 *b*, Planche I).

5. Comme mes recherches expérimentales (Fig. 6, Fig. 10, Fig. 11 et Fig. 13, Planche II) en témoignent, comme en témoignent

aussi les cas dans lesquels les anthères étant presque vides ou renfermant très peu de pollen peuvent s'ouvrir, la pression de celui-ci, croissant pendant le phénomène du détachement, ne peut représenter qu'un agent accessoire.

6. La séparation des valves a lieu pendant leur recourbement vers la cloison (eventuellement le connectif). Lorsque ce mouvement s'effectue, le crampon, grâce à la structure spécifique des sommets des valves, possédant de très-grandes cellules épidermiques (stomia), subit une très forte extension et enfin se rompt (Fig. 11, Fig. 12 du texte et Fig. 17, Planche III).

7. D'accord avec l'hypothèse de M. C. Steinbrinck, la déhiscence des anthères est due à l'augmentation de la turgescence dans les cellules des tissus des valves et tout d'abord dans les grandes cellules stomiales. De là provient l'écartement des sommets des valves (Fig. 14, Fig. 15, Fig. 18 et Fig. 19, Planche III), comme en témoignent mes démonstrations expérimentales dans lesquelles les sommets sont dépourvus de cellules stomiales (Fig. 20, Planche III).

8. En ce moment le pollen enfermé dans les logettes des anthères joue un rôle remarquable; il règle le mouvement des valves et par conséquent aussi le moment de la rupture du crampon.

9. Il faut reconnaître comme fondée l'opinion de M. C. Steinbrinck d'après laquelle „Die Beobachtung läßt durchaus für den Oeffnungsvorgang von Anfang an auf eine einheitliche Ursache schliessen [1])". En effet, pendant ces deux actes [2]), la turgescence des cellules joue un rôle décisif.

[1]) C. Steinbrinck, 1900, p. 312.

[2]) La séparation des valves et la déhiscence des anthères.

Les figures et les planches montionnées dans le texte se trouvent dans les Rozprawy Wydziału matematyczno-przyrodniczego Polskiej Akademji Umiejętności, tom 19 B, 1919.

O wpływie siły ciężkości na rośliny lądowe, umieszczone w wodzie. — Influence de la pesanteur sur les plantes plongées dans de l'eau.

Mémoire

de M. **F. TONDERA,**

présenté, dans la séance du 4 Octobre 1920, par M. Lad. Szafer m. c.

La question de savoir comment se comportent envers la pesanteur les organes des plantes terrestres plongées dans de l'eau a déjà été l'objet des recherches de P. de Candolle. Dans sa Physiologie végétale (1832) ce savant cite une expérience qu'il a faite sur un oignon de jacinthe renversé et placé dans un bocal plein d'eau. La hampe, la sommité dirigée en bas, a poussé et fleuri dans l'eau sans qu'aucune particularité ait pu dénoncer l'action de la pesanteur. M. A. Maillefer (de Lausanne), qui a répété cette expérience deux fois en 1910 et 1911, parvint à la conclusion que, dans cette expérience, une action de la pesanteur peut sans aucun doute être constatée. On voit ici la divergence des résultats obtenus; les phénomènes observés par M. A. Maillefer et attribués par lui à l'action de la pesanteur, peuvent s'expliquer par la tension des gaz accumulés dans les méats intercellulaires des tissus et par leur traction dirigée en haut. Je me suis proposé de contribuer à éclaircir cette question à l'aide de nombreuses expériences que j'ai faites sur différentes plantes de la classe des Dicotylédones, à savoir sur *Borago officinalis Fagepyrum esculentum, Helianthus annuus, Lathyrus odoratus, Lupinus coeruleus. Mirabilis Jalapa, Phacelia tanacetifolia, Phaseolus vulgaris Pisum sativun. Sinapis albà, S. nigra.*

Pour mes expériences j'ai choisi des plantes toutes jeunes, quelques jours après leur germination. Ces plantes, étant très sensibles à la pesanteur, subissent l'action du géotropisme pour la plupart

en deux ou trois jours, sinon déjà en quelques heures. Je les ai plongées horizontalement dans de l'eau et les ai placées dans une caisse obscure. Voici le premier phénomène qu'on observe en ce cas: après un certain temps la tigelle se courbe en haut et s'élève au-dessus de l'eau. Pendant ce temps la radicule persiste dans sa position horizontale. Une fois les cotylédons sortis de l'eau, la pointe de la radicule qui s'accroît en longueur se recourbe, d'abord obliquement, puis verticalement de haut en bas. La tigelle s'accroît aussi et s'élève de bas en haut. Si l'on place la plantule dans de l'eau de sorte que les cotylédons soient tout d'abord élevés au-dessus de l'eau, ces deux phénomènes — la courbure de la tigelle et celle qui se produit dans la radicelle — se présentent en même temps dès le commencement de l'expérience. Au contraire, si la tigelle pendant sa courbure n'émerge pas au dessus de la surface de l'eau, la courbure de la racine n'apparaît point.

La courbure de la tigelle vers le haut se produit au sein de l'eau par la traction des gaz contenus dans les méats intercellulaires des cotylédons et de la tigelle. Les tigelles dont les cotylédons sont remplis d'une quantité de gaz considérable se recourbent vers le haut très vite, p. e. *Sinapis alba*, *S. nigra*, *Phacelia tanacetifolia*, *Helianthus annuus*, tandis que les tigelles de *Lupinus coeruleus*, *Lathyrus odoratus*, *Pisum sativum* prennent une courbure plus lentement parce qu'elles possèdent moins de gaz. Il existe aussi des plantes dont la tigelle plongée dans de l'eau ne se courbe pas en haut p. e. *Phaseolus vulgaris var. communis et var. sphaericus*. Dans ces plantes les méats intercellulaires sont très petits et très dispersés.

Le fait que la radicule se courbe seulement lorsque les cotylédons émergent de l'eau peut être mis en connexité avec la transpiration ou avec la respiration des cotylédons et de la tige élevés au-dessus de l'eau; par conséquent j'ai fait des expériences en écartant dans l'appareil l'oxygène de l'air. Dans ces expériences les plantules cessèrent bientôt de croître et par conséquent elles ne se courbaient pas. Ces résultats nettement négatifs ne permettent nullement de décider si l'oxygène est actif dans la courbure géotropique.

Dans les expériences suivantes la cuve de l'appareil a été couverte d'une plaque en verre afin de condenser la vapeur qui entoure les tigelles et afin de rendre plus difficile la transpiration. Les tigelles et les radicules grandissaient rapidement pendant cette expérience, mais elles ne se recourbaient pas. Enfin j'ai fait des expériences

en exposant la cuve à l'action d'un courant d'air pour écarter la vapeur. Au bout de quelques heures, les tigelles des plantes se dirigeaient verticalement vers le haut et les radicules vers le bas. Ces faits prouvent que la transpiration de la tigelle et des cotylédons produit la courbure de la tigelle vers le haut et de la radicule vers le bas.

En résumant les résultats des expériences citées on parvient aux conclusions suivantes:

1) La tigelle de la plante aérienne plongée dans de l'eau se recourbe vers le haut en subissant la traction des gaz des méats intercellulaires.

2) La courbure de la radicule dans l'eau dépend de la position de la tigelle: elle ne paraît qu'après que la tigelle se soit élevée au-dessus de la surface de l'eau.

3) La courbure de la tigelle dans l'air est produite par la transpiration à la surface de la tigelle et des cotylédons. La courbure de la radicule en dépend également; c'est pourquoi la radicule ne se courbe que quand la tigelle se trouve au-dessus de la surface de l'eau.

La relation réciproque qui existe entre les phénomènes géotropiques et la transpiration des pousses résulte également d'expériences que j'ai faites il y a quelques années sur la pression de l'eau dans la tige (Voy. F. Tondera, Über die geotropischen Vorgänge in orthotropen Sprossen. Bull. intern. de l'Ac. de Cracovie 1911).

4) La courbure de la tigelle dans l'eau et sa courbure dans l'air ne sont pas des phénomènes homogènes; ils sont produits par des agents de nature différente.

5) A ce qu'il semble, la croissance de la plante et ses courbures géotropiques n'ont entre elles aucun lien, aucune cause commune, puisque, dans une atmosphère de vapeur, la croissance est abondante et pourtant ni la tigelle ni la racine ne se recourbent.

Przyczynek do histologji i fizjologji narządów trawienia równonogich, w szczególności do sprawy resorbcji u zwierząt. — Zur Histologie und Physiologie der Verdauungsorgane der Landasseln, zugleich ein Beitrag zur Kenntnis der Resorptionsvorgänge im Tierreich.

Mémoire

de feu M. **JÓZEF HUSBAUM-HILAROWICZ** m. c.,

présenté dans la séance du 8 Octobre 1917.

(Planche 2—3)

Über die Verdauungsorgane bei Landasseln sind die Forscher selbst in wichtigen Fragen verschiedener Meinung, trotzdem diese Tiere ein besonders günstiges Material zu solchen Untersuchungen darstellen und auch schon vielmals untersucht worden sind.

Während nämlich bei den höheren Crustaceen, insbesondere bei den Decapoden in der Mitteldarmdrüse (*Hepatopancreas*) zwei Arten von Zellen, und zwar 1) Resorptionszellen oder „Alveolenzellen" und 2) Sekretionszellen nach A. Apáthy und Béla Fárkas [1]) unterschieden werden und während auch bei den Amphipoden solche zwei Zelltypen nach M. Weber [2]), P. Mayer [3]) u. manchen anderen Forschern angenommen werden, gehen die Meinungen hierüber in Bezug auf die Isopoden auseinander.

M. Weber, der u. a. verschiedene Arten von *Porcellio*, daneben auch *Oniscus* untersucht hat, äußert sich folgendermaßen: „Entsprechend der doppelten Funktion setzt sich der einschichtige Zellenbelag der Drüse („Hepatopancreas") der Isopoden aus zwei verschiedenen Zellenarten zusammen. In der einen von ihnen liegen

[1]) Naturwiss. Museumshefte, Klausenburg 1908.

[2]) Arch. f. mikr. Anat. B. 17, 1880.

[3]) Fauna u. Flora des Golfes von Neapel Nr. 6, 1882.

uns die Fermentbildner, „Fermentzellen", vor, die anderen betrachten wir als den Sitz der Bildung von Pigmenten und anderen Abscheidungsprodukten („Leberzellen")". An den mit Osmiumsäure behandelten Präparaten sah Weber einen schwarzen granulösen Inhalt nur in den kleinen „Fermentzellen", nicht aber in den großen, vakuolenreichen „Leberzellen"; Glykogen konnte er auf mikrochemischem Wege in den Drüsenzellen nicht nachweisen.

M. Weber betrachtet somit beide Zellenformen als Zellen drüsiger Natur, während die erwähnten Autoren (z. B. Apáthy und Fárkas beim Flußkrebs) diesen zwei Zellenarten verschiedene Rollen zugeschrieben haben: die einen sollen Fermentzellen, d. i. Sekretionszellen, die anderen Resorptionszellen darstellen.

Nach J. Frenzel [1]) gibt es bei marinen Isopoden (z. B. *Ione*, *Gyge*, *Sphaeroma*, *Idotea lectica*) nicht zwei verschiedene Zellarten, sondern nur verschiedene Entwicklungsstadien der gleichen Zellart; die enorm großen, vorspringenden Zellen sind reif und enthalten teils farbloses, teils gefärbtes Fett, die kleineren kleine, staubfeine Granula und sind junge Zellen, die sich dann in die ersteren verwandeln.

Die Ansicht Frenzels nimmt Rosenstadt bei *Asellus*, A. Giard u. Bonnier [2]) bei parasitären Isopoden u. auch Claus an. Rosenstadt [3]) sagt darüber (S. 460): „die größeren Zellen (Webers Leberzellen) der Mitteldarmdrüse (bei *Asellus*) unterscheiden sich von den kleineren (Webers Fermentzellen) nur dadurch, daß sie Fettbläschen von dunkelgelber Farbe besitzen, sonst zeigen sie eine fast ganz gleiche Beschaffenheit; die größeren sowie die kleineren Zellen enthalten Granula (die größeren Zellen häufig weniger als die kleineren) und die Anordnung des Protoplasmas und der Kerne ist ganz dieselbe...". „Die kleineren Zellen bräunen sich viel rascher durch Überosmiumsäure als die größeren...". „Die kleineren Zellen, und ich kann mich nur der Frenzel'schen Meinung anschließen, sind nichts anderes als Jugendzustände der ersteren. Folgendes mag vielleicht zur Richtigkeit dieser Anschauung beitragen. Entsprechend dem Wachstum der Leberschläuche ist das hintere

[1]) Mitteil. d. Zool. Nation Neapel, B. 5, 1884.

[2]) Contribution à l'étude des bopyriens. Travaux de l'Inst. zool. de Lille V. 1887.

[3]) Beitr. zur Kenntnis d. Organisation von Asellus aquat. u. anderen Isopoden. Biol. Centralblatt, B. 8, Nr. 15, 1888.

Ende derselben immer das jüngste. Wenn man diesen Teil bei jungen sowie bei ausgebildeten Tieren untersucht, so findet man, daß dasselbe größtenteils aus den kleinen Zellen besteht, die noch der Sekretbläschen entbehren und die ganz den Weber'schen Fermentzellen entsprechen". Zu derselben Auffassung kommt auch C. Claus, dessen Worte ich nach Manille-Ide[1]) (S. 161) anführe. Nach ihm wären „dieselben (d. h. die Zellen der Mitteldarmdrüse der Isopoden) nur Extreme derselben Zellenart, keineswegs aber zweierlei Arten von Zellen". Dagegen scheint Manille-Ide die Auffassung Webers anzunehmen, indem er sagt: „Nous inclinons à accepter l'opinion de Weber, qui paraît la plus juste. Toutefois, nous n'entendons point entrer dans ce débat" (pag. 161). Andererseits bestätigt Frenzels Beobachtungen auch J. B. Murlin[2]), der zu dem Schlusse gelangt, daß die kleinen basalen Zellen der Mitteldarmdrüse Jugendstadien der großen Zellen sind, und daß die „Zymogen granules" der kleinen, basalen Zellen Jugendstadien der „large globules" der großen Zellen sind. „The granules — sagt er — densely packed about the nuclei of the young cells, are in a nascent state, consisting of a pure ferment-forming substance. In the larger cells — that is, as the young cells mature — the zymogen takes up fatty substance from the cytoplasm, and this dilutes the ferment-forming body, at the same time rendering it more soluble in certain reagents and improving its capacity for certain stains".

Wie wir weiter unten sehen werden, haben mich meine eigenen Untersuchungen zum unzweideutigen, ganz sicheren Schluß geführt, daß beide Zellarten der Mitteldarmdrüse, die großen und die kleinen basalen, eine und dieselbe Zellart darstellen und daß die letzteren nur Jugendstadien der ersteren sind. In dieser Hinsicht stimme ich also mit Frenzel und Murlin gegen Weber überein.

Was die Resorptionsfunktion der Mitteldarmdrüsenzellen anbelangt, so sind unsere Kenntnisse in dieser Hinsicht äußerst lückenhaft. Die Frage betreffs der Resorptionsfunktion der Mitteldarm-

[1]) Le tube digestif des Edriophtalmes: Etude anat. et histol. La Cellule. T. VIII. Fasc. 1, 1892.

[2]) Absorption and Secretion in the Digestive System of the Land Isopods. Proceed. of the Acad. of Nat. Sc. of Philadelphia. May 1902.

drüse ist mit derjenigen der Resorption im Mitteldarme überhaupt und des Baues desselben, namentlich des Epithels verknüpft. Das Mitteldarmepithel ist bekanntlich höchst eigentümlich, da es ein Syncytium mit großen Kernen und besonderen Stützfasern darstellt. Dieser Bau wurde von vielen Forschern eingehend untersucht, und zwar von Ed. Huet[1]). Manille Ide (l. c.), Mac Murrich und Murlin.

Mac Murrichs Beschreibung ist die eingehendste. Nach ihm wie nach der seiner Vorgänger bildet das Epithel des Mitteldarmes ein Syncytium mit großen Kernen ohne Zellgrenzen; nur an gewissen Stellen teilen mehr oder weniger tiefe Rinnen, die in longitudinaler und transversaler Richtung an der innern Fläche des Epithels verlaufen, das letztere in Territorien, welche den einzelnen Zellen entsprechen; in der Tiefe aber sind diese Zellen gar nicht voneinander abgegrenzt; an anderen Stellen sieht man an der äußeren Oberfläche des Epithels an Schnitten leichte Einkerbungen zwischen Distrikten, die einzelnen Zellen entsprechen und je einen Kern enthalten. Was die nähere Struktur des Syncytiums anbelangt, so gibt Mac Murrich folgende Beschreibung: an der inneren Fläche des Epithels sieht man eine „Chitinlage", die aus zwei Schichten besteht, einer „äußeren", mehr dichteren und stärker lichtbrechenden, und einer inneren, die weniger verdichtet ist. „Both these layers — sagt er — are perfectly homogeneous, showing no trace of pores, or even of a radial structure". Von der homogenen Basalmembran (basement membrane), die sich nach außen vom Syncytium befindet, ragen in das Plasma desselben eigentümliche, lichtbrechende „fibres or colonnes", und zwar am meisten von besonderen Verdickungen aus, die den Zellgrenzen entsprechen; sie liegen somit zwischen den Kernen des Syncytiums.

Diese Fasern und Faserbündel hat schon Huet (1883) gesehen und dieselben für Produkte der „membrane chitineuse" (d. h. der die innere Oberfläche des Syncytiums überdeckenden Chitinschicht) gehalten, während nach Manille Ide diese Fasern protoplasmatischer Natur sein sollen und „portions fortifiées du reticulum général" bilden. Die Auffassung Mac Murrichs, daß sie ein Produkt der Basalmembran bilden, ist nach meinen Beobachtungen

[1]) Nouvelles recherches sur les Crustacées-Isopodes: Thèses prés. à la Fac. d. Sc. de Dijon Paris, G. Baillière et Cie 1883.

ganz richtig. Die Fasern sind an ihrer Basis verdickt und zerfallen nach innen in sehr feine Fäserchen, die bis an die Chitinschicht reichen Hier aber erscheint eine neue Schicht von niedrigen, mit der Chitinschicht verbundenen, kurzen Fasern, über deren Verhältnis zu den Fasern, welche von der Basalmembran entspringen, Mac Murrich nicht vollkommen im klaren zu sein scheint, indem er sich ausdrückt: „These final portions of the fibrils do not hold the stain as do the fibres proper and their larger branches, but resemble in this respect the lower layer of the chitinous membrane with which they are connected". Unten werde ich meine eigene Auffassung dieser Verhältnisse darstellen.

Was die Struktur des Plasmas des Syncytiums anbelangt, so haben verschiedene Autoren dieselbe in verschiedener Weise beschrieben. Nach *F. Leydig* [1]) bildet das Plasma ein fädiges Balkenwerk „dessen einzelne Säulchen außerdem nicht glattrandig sind, sondern seitliche Zacken haben, durch deren gegenseitige Verbindungen ein zartes netziges Wesen zwischen ihnen entsteht". Nach Manile Ide (1892 l. c. pag. 158) findet man zum größten Teil ein granuläres Plasma „traversé par des fibrilles très variables en nombre et en dimension, mais assez constamment dirigées de la surface libre de l'épithélium à la surface adhérente". Er fügt hinzu: „Les partisans de la structure exclusivement fibrillaire du protoplasme -- par opposition à la structure réticulée... ont pu y voir un objet très favorable à leur thèse".

Mac Murrich (l. c.) sagt, daß bei jungen Formen das Protoplasma des Mitteldarmes „a uniform finely reticulated structure" zeigt, während bei ausgewachsenen „this is replaced by a much less uniform arrangement". Wenn sich die „supportive fibres" im Plasma des Syncytiums entwickeln, wird dasselbe „more granular" und gleichzeitig entwickeln sich in demselben in großer Anzahl Vakuolen. Mac Murrich sah Zellen, deren Zentralteil von einer großen Vakuole eingenommen war, während die Fasern im umliegenden Plasma eingelagert waren.

Indem er die Struktur des Mitteldarmes in Erwägung zieht, kommt er zum Schluß, daß derselbe keineswegs zur Resorption der Nahrung dienen kann, wofür auch seine rein mesodermale Herkunft spricht. Er sagt nämlich: „Can it be possible, then, that

[1]) Zeitschrift f. wiss. Zool. XXX. Supl. 1878.

the „midgat“ is, as so many of the authors who have written on the subject have supposed, an organ of absorption? Can we imagine a structure whose function is to absorb nutrition, lined through on the surface which is in contact with the material to be absorbed by a highly impervious layer of chitin“?

Im Epithel des Mitteldarmes von *Armadillidium* fand Mac Murrich öfters gelbliche Körnchen im Protoplasma rings um den Kern. Er unterwarf nun die Exemplare von *Armadillidium* einer 4 bis 15 Tage langen Hungerfrist und bei allen diesen Exemplaren fand er, daß trotz der gleichen Hungerfrist manche Exemplare diese Körnchen besaßen, andere dagegen nicht; aus dieser Beobachtung zog er den Schluß, daß dies keineswegs Körnchen der resorbierten Nahrung waren, da sie sonst bei hungernden Tieren verschwinden würden. Auf Grund meiner Beobachtungen kann ich aber gleich bemerken, daß irgendwelche Strukturveränderungen im Protoplasma der Darmzellen bei den Izopoden erst nach länger andauerndem Hungern sicher wahrzunehmen sind.

Mac Murrich fütterte endlich die Exemplare, welche 5 Tage hungerten, mit Fett samt gepulverter Cochenille. In der Wand des Darmes war keine Spur von Cochenille zu finden, obwohl sie im Kot vorhanden war. Dazu bemerkt noch Mac Murrich: „On the other hand in every instance the liver coeca were strongly tinged by the cochineal“. Diese kurze Bemerkung Mac Murrichs enthält alles, was er über die Rolle der Mitteldarmdrüse bei den Resorptionsprocessen ausgesprochen hat. Die Tinktion der Mitteldarmdrüse durch die Cochenille beweist nur, daß ein Teil der Nahrungsmasse in das Lumen dieser Drüse eintreten kann, was wohl auf rein mechanischem Wege geschieht. So gibt uns denn diese Beobachtung über die Resorptionsvorgänge keinen näheren Aufschluß.

Es sei noch bemerkt, daß Mac Murrich gelegentlich Kernfragmentation im Darme beobachtet hat. Kerne, die sich in die Länge strecken, gelangen unterhalb der fälschlich als Zellgrenzen gedeuteten Furchen bis in die Nachbarzelle, was J. Ryder und M. Penningtón[1]) zu der falschen Meinung geführt hat, daß es sich hier um „conjugierende Kerne“ handelt. E. G. Conklin[2]), der die

[1]) Non-sexual Conjugation of the Nuclei of the adjacent Cells of an Epithelium. Anatom. Anzeiger B. 9. 1894.

[2]) The relation of nuclei and cytoplasm in the intestinal cells of Land Isopods. Americ. Natural. Vol. 31. 1897.

Idee von dieser „Conjugation“ der Kerne im Darmepithel der Landasseln zurückweist, erklärt die unregelmäßigen Formen der Kerne durch mechanische Eingriffe bei der Präparation, worin er mit W. Schimkiewitsch[1]) vollkommen übereinstimmt. Conklin ist der Meinung, daß auch die elastischen Stützfasern durch ihre Kontraktionen die Kerne aus ihrer Lage bringen können; er beobachtete im Darmepithel amitotische Kernteilungen. Am Vorderende des Darmes (Mitteldarmes) ist die dicke Chitinintima von feinen Kanälchen durchsetzt, die sich vereinigen und in einen Raum münden, der sich zwischen dem Kern und der Chitinintima befindet und mit einer homogenen Masse erfüllt ist, welche ein Zellsekret darstellt und in das Darmlumen tritt. Im Ventralteile des Mitteldarmstückes, welches direkt hinter der Typhlosolis liegt, sind die Kerne des Darmepithels, nach Conklin, an der Innenseite mit einer sehr dünnen Membran versehen oder fehlt ein solche vollkommen, weshalb das Plasmanetz direkt in die Kernsubstanz übertritt und die Chromatinkörner des Kernes in die großen Mikrosomen des Plasmas übergehen. Im dorsalen Teile desselben Darmabschnittes soll nach Conklin eine Nahrungsresorption stattfinden. Conklin beschreibt hier unwahrscheinliche Verhältnisse, er nimmt nämlich an, daß die Nahrungsgranula gegen die der Darmhöhle zugewandte Seite des Kernes strömen und daß die Körnchenmasse Fortsätze in den Kern hineinsendet, welche dann abgeschnürt werden. Ein solches direktes Hineindringen der aus der resorbierten Nahrung abstammenden Körnchenmasse in den Kern des Darmepithels halte ich für ganz unwahrscheinlich und habe nichts beobachtet, was für die Richtigkeit einer solche Annahme sprechen könnte. Auch stimme ich mit Prenant[2]) nicht überein der ein solches Hineindringen einer Körnchenmasse in die Kerne der Leberschläuche bei *Oniscus*, aber an der vom Lumen der Schläuche abgewandten Seite der Kerne ebenfalls zu sehen glaubte und einen „Ernährungsstrom“ angenommen hat, welcher sich aus dem Darmlumen durch das Protoplasma und die Kerne der Darmzellen in die Leibeshöhle und von hier durch die Leberzellen in das Lumen der Leberschläuche richten

[1]) Sur la conjugaison des noyaux épithéliaux de l'intestin chez les Isopodes terrestres. Compt. Rend. Soc. Natur. St. Pétersbourg. 1895.

[2]) Rapport du noyau et du corps protoplasmique dans les cellules des tubes hépatiques de l'Oniscus murarius, Comptes Rendus Soc. Biolog. Paris (10) T. 4, 1897.

soll. Auch Murlin (l. c.) ist der Meinung, daß die von Prenant dargestellten Verhältnisse Artefacta sind, obwohl Maziarski[1]) auf Grund von Studien an *Cymothoa* dieselben verteidigt. Schönichen[2]) weicht in der Darstellung des Mitteldarms der Onisciden in manchen wichtigen Hinsichten von Mac Murrich ab, und zwar vor allem darin, daß er die Chitinintima von sehr zahlreichen feinen Poren durchsetzt findet, was auch später andere Forscher (Murlin) bestätigt haben. Die Grenzwände der Epithelzellen findet er mit Huet (s. o.) durch die Stützfasern vertreten; auch er findet mit Conklin Vakuolen in den Epithelzellen, er unterscheidet aber normale Vakuolen und pathologische, welch letztere manchmal über 5 Zellen sich erstreckende Hohlräume darstellen und durch das Vorhandensein von Coccidien bedingt sind. Die mit der Intima zusammenhängenden Theile der Stützfasern, welche von Conklin für Kanäle in der Intima gehalten worden sind, sind noch Schöchen chitinige Bildungen, womit er mit Mac Murrich (l. c.) übereinstimmt.

Eine eingehende Arbeit über den Bau und über die Funktion des Darmes und der Mitteldarmdrüse lieferte uns John Raymond Murlin (1902) in der Arbeit „Absorption and Secretion in the Digestive System of the Land Isopods“[3]). Leider beschäftigte er sich fast ausschließlich mit der Resorptionsfrage im Mitteldarme, behandelt näher den Sekretionsproceß in der Mitteldarmdrüse, berührt aber gar nicht die sehr wichtige Frage, ob auch die Mitteldarmdrüse sich an der Resorptionsfunktion beteiligt.

Er kommt zu folgenden Resultaten: Das Darmepithel stellt ein Syncytium dar; das Cytoplasma geht kontinuierlich von einer Zelle zur anderen über. Die „Intercellularfasern“ mitsamt den Furchen in der Basilarmembran und der Intima, zeigen die Zellgrenzen an. Das Cytoplasma der Darmzellen weist eine alveoläre Struktur auf, zwischen den Alveolen befindet sich eine homogene Substanz mit „precipitates as a finely granular coagulum“. Intracellulare Fasern verlaufen zwischen den Alveolen; an der inneren Seite (gegen das Lumen) der Zelle sind diese Fasern parallel und verdickt, so daß sie palisadenartig angeordnet sind und das Cytoplasma zwischen

[1]) Contrib. à l'étude de la relation du noyau etc. Bullet. Acad. Sc. Cracovie Juillet 1904.

[2]) Der Darmkanal der Onisciden u. Aselliden, Zeit. f. wiss. Zoologie. Bd. 65. 1898.

[3]) Proceed. of the Acad. of Nat. Sciences of Philadelphia 1902.

ihnen ausgeschloßen sein kann („so as to form a palisade from the intervals in which the cytoplasm may be excluded") Auch der Kern zeigt eine alveoläre Struktur in frischem Zustande und enthält an einem gut fixirten Material zahlreiche Chromatingranula. Nach einem dreiwöchentlichen Hungern der Tiere sieht man folgende Veränderungen in den Darmzellen: die interalveoläre Substanz reduziert sich quantitativ; das Cytoplasma zieht sich zurück von der Lumenseite, was ein Erscheinen von länglichen Räumen zwischen den Fasern veranlaßt; im Cytoplasma erscheint an anderen Stellen eine Vakuolisation.

Die Zellen der Typhlosolis absorbieren eine flüssige Nahrung. Inbetreff der Resorption des Fettes fand Murlin folgende Verhältnisse: die Fette werden hydrolisiert durch die digestive Sekretion vom Hepatopancreas, sie werden resorbiert in Form von gespaltenen Produkten und werden teilweise synthetisiert in neutrale Fette unter dem Einfluss des Fermentes innerhalb der Zellen; sie verlassen die Zellen nicht als diskrete Fettpartikelchen, sondern wahrscheinlich in Form von gespaltenen Produkten; im Blutcoagulum und in den „Blutkörperchen" erscheinen sie als neutrale Fette, welche die Osmiumsäure reduzieren und sich nicht mit Säurefuchsin färben lassen.

Die Hepatopancreasdrüse enthält nach Murlin nur eine Art von Sekretzellen. Im jungen Stadium enthalten diese Zellen Zymogengranula, dicht zusammengehäuft, rings um die Kerne; wenn die Zellen reif werden, nehmen diese Zymogengranula vom Cytoplasma eine fettige Substanz auf, vergrößern sich und werden „more soluble in many fixing fluids and more receptive of certain stains". Das reife Ferment wird frei durch a) „Fragmentation" der Zelle b) „Dissolution" der Zelle c) durch Emmission aus der Zelle. Dieses Ferment wirkt auf Proteide, Kohlenhydrate und Fette.

Die angeführten Literaturangaben wurden sowohl von W. Biedermann[1]) wie auch von H. Jordan[2]) besprochen. Jordan bemerkt über die Histologie der Resorption bei niederen Crustaceen u. A. „Die Isopoden scheinen physiologisch-histologisch manche interessante Besonderheiten aufzuweisen. Leider sind auch über sie die Angaben sehr „lückenhaft" (S. 431).

[1]) *Wintersteins* „Handbuch d. Vergl. Physiologie" (Bd. II. 6 u. 7. Lieferung 1910).
[2]) Vergleichende Physiologie wirbelloser Tiere (Bd. I. 1913).

Eigene Untersuchungen.

A. Mitteldarm.

1. Zur Kenntnis der Cytologie des Mitteldarmepithels.

Wie wir aus den oben angeführten Litteraturangaben sehen, bleiben noch viele Punkte der Cytologie und Physiologie des Mitteldarmes der Onisciden ziemlich dunkel, und zwar: 1) Das Verhältnis der langen Stützfasern zu der Schicht der kurzen Fasern unter der Chitinintima. 2) Wie verhält sich das Chondriom des Mitteldarmsyncytiums, welches von keinem der bisherigen Forscher untersucht wurde? — 3) Was sind die von manchen Forschern beschriebenen großen Vakuolen im Zellplasma, die nach Conklin in dem Raume, der sich zwischen dem Kern und der Chitinintima befindet und mit einer homogenen Masse erfüllt ist, sich vorfinden und von Schönichen als „Vakuolen" bezeichnet werden und welches ist ihr Entstehen? — 4) Was sind die von Murlin als „Albumosen" beschriebenen Körnchen? — 5) Wie verhält sich der Kern zur Resorption und Sekretion des Epithels? — 6) Welchen Wandlungen unterliegt überhaupt die Struktur des ganzen Epithels während der verschiedenen physiologischen Zustände desselben?

Was die Stützfasern anbelangt, so sind die langen Fasern, welche die Zellterritorien voneinander abgrenzen, vollkommen unabhängig von den kurzen Fasern, die unterhalb der Chitinintima eine Schicht bilden. Die langen Stützfasern entspringen von der Basilarmembran und sind an der Basis, wo sie sich mit dieser Membran verbinden, etwas verdickt. Gegen die Chitinintima zerfallen sie sehr oft in eine Anzahl von sehr feinen Fäserchen, welche entweder knapp unterhalb der Schicht der kurzen Fasern (unter der Chitinintima) frei endigen oder zwischen die Fasern dieser Schicht eindringen, um an der äußeren homogenen Schicht der Chitinintima frei auszulaufen. Zum größten Teil gelangen sie jedoch nicht so weit nach innen, sondern endigen unterhalb der von den kurzen Fasern aufgebauten Schicht. Das Eindringen einzelner dieser Fasern in die erwähnte Schicht sehen wir z. B. in Fig. 4, 16, 21. Die Fasern färben sich intensiv rot mit Säurefuchsin nach der Koll'schen Methode und dunkelgrau mit Eisenhämatoxylin, sie haben jedoch sowohl genetisch wie auch topographisch nichts mit dem Chondriom Gemeinsames; es sind typische Stützfasern und Produkte der unterhalb der Epithelschicht liegenden

Basalmembran, worin ich mit der Auffassung Mac Murrichs (l. c.) im Einklange bin.

Die Schicht der kurzen Fasern, die stäbchenartig angeordnet sind und unterhalb der Chitinintima liegen, gehört nach meiner Auffassung teilweise der Chitinintima selbst an, und zwar der äußeren, tiefer liegenden, weichen Schicht dieser letzteren. Wir unterscheiden nämlich gleich unseren Vorgängern zwei Chitinschichten an der freien Oberfläche des Mitteldarmsyncytiums. Man sieht das sehr schön an Präparaten, welche in dem Ziegelwallner'schen Gemisch[1]) (Trichlormilchsäure + Osmiumsäure + Eisessig) fixiert und dann mit Eisenhämatoxylin und Lichtgrün gefärbt worden sind; an solchen Präparaten färbt sich die innere, festere, dünnere Chitinschicht der Intima intensiv grün, während die darunter liegende, viel dickere, aber sehr weiche, wahrscheinlich etwas gallertige Schicht der Intima sich hellgrün färbt. Wir können nun beobachten, daß diese hellgrüne Grundsubstanz auch zwischen die kurzen, stäbchenförmig angeordneten Fäserchen der erwähnten Faserschicht eindringt; diese Fäserchen färben sich schwärzlich. Wir erhalten hierdurch den Eindruck, als ob die kurzen Fäserchen stäbchenartig in der tieferen Partie dieser hellgrünen Intimaschicht eingelagert wären. Die basalen Teile der Stäbchen dringen schon in das darunterliegende Protoplasma ein, was auch an anderen Präparaten zu sehen ist. Überhaupt ist in verschiedenen Partien des Mitteldarmes der von den Stäbchen noch freie Teil der gallertigen weichen tieferen Intimaschicht verschieden dick, wobei die basalen Teile dieser Stäbchen tiefer oder seichter in das darunterliegende Protoplasma eindringen, immer aber in die tiefere, weiche Intimaschicht ein wenig eingesenkt sind. In der inneren festen Chitinschicht der Intima sah ich an Flächenpräparaten sehr feine, runde Porenöffnungen (Fig. 3 links unten), die auch Schönichen beobachtet hat.

Was die Struktur des Protoplasmas anbelangt, so kann ich sie im allgemeinen folgendermaßen charakterisieren: Sie ist alveolär oder wenn wir den Rhumbler'schen[2]) Terminus gebrauchen spumoidförmig. Die Kämmerchen des Spumoids sind aber außerordentlich klein und fein, so daß dieser Bau nicht immer klar zu beo-

[1]) Zeitschrift für Mikroskopie 1911.

[2]) Das Protoplasma als physik. System. Erg. d. Physiol. Jg. 14. 1914.

bachten ist. Am deutlichsten tritt er bei Exemplaren hervor, die lange gehungert haben. Wir sehen denselben deutlich in Fig. 21, welche einen Teil des Querschnittes durch die seitliche Region der Mitteldarmwand eines Exemplars darstellt, das vom 29. September 1916 bis zum 2. Jänner 1917 (also circa 95 Tage) vollkommen gehungert hat[1]). In dieser Figur sieht man noch außerdem sehr schön die zierlichen langen Stützfasern wie auch die Schicht von kurzen stäbchenförmigen Fäserchen unterhalb der Chitinintima intensiv rot gefärbt. Die langen Fasern sind dem Spumoidgerüst eingelagert.

Das Chondriom erscheint im Protoplasma des Mitteldarmepithelsyncytiums bei Exemplaren, die lange gehungert haben, in Gestalt von sehr feinen, ganz isoliert gelagerten, also nicht zu Reihen angeordneten Körnchen, die sich wie immer sehr intensiv rot färben in Präparaten, welche in Champy's Flüssigkeit fixiert und nach der Kull'schen Methode gefärbt wurden. In der basalen und mittleren Region der Epithelschicht wie auch rings um die großen Kerne sind die Chondriomkörnchen (Chondriosomen) in spärlicher Anzahl vorhanden und liegen nur hier und da in den Knotenpunkten der einzelnen Kämmerchen des Spumoids; die größte Anzahl der Chondriosomen ist zu einem Lager unter der Chitinintima unterhalb der stäbchenartigen Faserschicht angehäuft, wobei die Chondriosomen auch zwischen die basalen Teile dieser Fasern ziemlich tief eindringen, wie dies eben in Fig. 21 sehr schön zu sehen ist. Diese für die Hungertiere äußerst charakteristische Anordnung des Chondrioms verändert sich ganz bedeutend bei Exemplaren, welche gut ernährt worden sind.

Bei letzteren verwischt sich besonders noch während des Verdauungsprocesses der alveoläre Bau des Protoplasmas ziemlich stark, obwohl derselbe manchmal wenigstens stellenweise noch unverändert bleibt. Die Ursache dieser Verwischung der erwähnten Struktur liegt darin, daß das Chondriom im ganzen Plasma stark entwickelt ist und besonders in der Nähe des Kernes dicht ange-

[1]) Die hungernden Exemplare wurden in Glasgefäßen gehalten, in welchen an Boden eine dünne, stets feuchte Schicht von reiner Watte vorhanden war. Manchmal beginnen die hungernden Exemplare nach einer gewissen Zeit die Watte zu fressen, was sich unzweideutig aus der Beschaffenheit der Exkremente ergab. Exemplaren, die wir als vollkommen ausgehungert bezeichnen, wurde keine Watte dargeboten.

häuft sein kann, wo die resorbierten Nahrungspartikelchen, vor allem die Fettkügelchen sehr oft in sehr großer Anzahl auftreten.

Bei Exemplaren, die einen nahrhaften eiweißreichen Brei aus Kuhkäse u. gekochtem, weichem Rindfleisch erhalten u. 3 Tage hindurch viel gefressen hatten, war die Verteilung des Chondrioms gewöhnlich folgende: Es erschien in Gestalt von frei liegenden, winzigen Granula oder von Körnchen, die reihenweise angeordnet waren; sehr oft waren die einzelnen Granula bei einer solchen Anordnung nicht kugelförmig, sondern oval oder stäbchenförmig verlängert, wobei die einzelnen sehr kurzen Stäbchen einer Reihe einander so nahe lagen, daß dieselbe den Eindruck eines kurzen varikösen Fadens machte (Fig. 17); dagegen habe ich glattrandige, längere Fäden, wie sie anderswo oft im Chondriom sichtbar sind, hier niemals beobachtet. Das Chondriom ist in manchen Zellen mehr oder weniger gleichmäßig über das ganze Plasma verteilt; in anderen läßt sich in vielen eine stärkere Anhäufung des Chondrioms an zwei Stellen beobachten, namentlich basal zwischen dem Kern und dem Grunde der Zelle und in der Nachbarschaft der Schicht von kurzen stäbchenförmigen Fasern unter der Chitinintima (Fig. 17). An den mit der Kull'schen Methode oder mit Eisenhämatoxylin gefärbten Präparaten erscheinen sowohl die Chondriombestandteile wie auch die Stützfasern ganz ähnlich gefärbt, nämlich intensiv rot, beziehungsweise schwärzlich; man kann aber beide Gebilde sehr leicht voneinander unterscheiden und vor allem: die feinen Fädern der langen, von der Zellbasis aus emporsteigenden Stützfasern und die kurzen varikösen Fädchen oder Granulareihen des Chondrioms.

Manchmal, und zwar in verschiedenen Gegenden des Mitteldarmes bei demselben Exemplar oder bei verschiedenen, aber in Bezug auf die Ernährung ganz identisch behandelten Exemplaren, fand ich eine besonders starke Anhäufung des Chondrioms zwischen dem Kern und der Basis des betreffenden Zellterritoriums, (Fig. 16 auch 23) oder auch oberhalb des Kernes.

Außer den sehr feinen, kleinen Chondriosomen werden mitunter auch größere, doppelt oder dreifach so große Kügelchen im Plasma des Mitteldarmepithels angetroffen, wobei auch Reihen von solchen etwas größeren Chondriosomen auftreten. In manchen frei liegenden größeren Körnchen sah ich oft ein helles Zentrum von winziger Größe oder ein etwas größeres ungefärbtes Zentrum von einem

schmalen Ring umgeben. Sehr wahrscheinlich steht das damit im Zusammenhange, daß die Körnchen sich direkt oder indirekt an der Bildung irgendwelchen Sekretes beteiligen.

Schon Murlin hatte ohne Zweifel die gewöhnlichen kleinen Chondriosomen und die größeren Körnchen desselben, mit Fuchsin S intensiv rot gefärbt, vor Augen, er hat die wahre Natur derselben aber nicht erkannt und dieselben sogar falsch gedeutet, wovon ich mich sicher überzeugen konnte. Murlin hat (l. c.) seine Tiere mit rohem, gehacktem Fleisch genährt und fand nach acht Stunden im Protoplasma des Mitteldarmes Körnchen, welche sich mit Fuchsin S intensiv tingierten. Er erklärt diese Körnchen merkwürdigerweise als „Albumosen" und gibt weiter an, daß 16 Stunden nach der Fütterung diese vermeintlichen „Albumosen" an der „coelomatischen Seite" der Zellen angehäuft wurden. Da er seine „Albumosen" in der Leibesflüssigkeit nicht gefunden hat, so nahm er an, daß dieselben vielleicht durch ein intracelluläres Ferment in Peptone verwandelt werden, welche dann in dieser Form weiter transportiert werden. Wir fragen uns, weshalb Murlin die mit Fuchsin sich färbenden Plasmakörnchen für „Albumosen" hält? Stellt Fuchsin S wirklich ein spezifisches Färbungsmittel für die resorbierten Albumosen dar? Schon Jordan (1913) führt in seiner Physiologie wirbelloser Tiere diese Beobachtung Murlin's mit einem gewissen Zweifel an. Nach meinen Untersuchungen ist diese Beobachtung des amerikanischen Forschers irrig; eine gewisse Rechtfertigung für seine irrige Annahme finde ich nur darin, daß zur Zeit, in welcher seine Arbeit erschienen ist (1902), man den Granulationen des Protoplasmas und besonders dem Chondriom wenig Beachtung geschenkt hat. Murlin hat auch die feinsten Körnchen im Protoplasma beobachtet und gibt an, daß, nachdem ein hungerndes Tier 10 Minuten mit gehacktem, rohem Fleisch gefüttert worden ist, „bestimmte Massen von feinen Granulationen rings um den Kern erschienen, bevor noch die Nahrungsteile in den Zellen zu sehen waren"; Murlin bezeichnet diese Granulationen „intracellular ferment".

Sowohl die feinen Granulationen, wie auch die etwas größeren, zwischen welchen alle Übergänge zu finden sind und von welchen die ersteren von Murlin für „intracellular ferment", die letzteren für „Albumosen" gehalten wurden, stellen uns die Elemente des Chondrioms dar, welche sich ganz typisch gegen spezifische Fär-

bungsmittel verhalten; und zwar tingieren sie sich nach chromhaltigen Fixirungsflüssigkeiten mit Fuchsin S rot, mit Eisenhämatoxylin schwarz und nehmen eine schwarze Farbe an Präparaten an, die längere Zeit in 2% Osmiumsäure gehalten worden sind (Kopsch'sche Methode für die Färbung der Golgi'schen Apparate, welche ich jedoch — was bei dieser Gelegenheit erwähnt sei — im Darmepithelsyncytium der Isopoden zur Zeit noch nicht nachweisen konnte).

Um mich zu überzeugen, daß das, was Murlin für „Albumosen" gehalten hat, nichts anderes ist als die gewöhnlichen Bestandteile des Chondrioms, ließ ich einige Exemplare von *Oniscus murarius* vom 9/IX—15/X hungern und fütterte sie dann um $10^1/_2$ Uhr morgens mit rohem, gehacktem Rindfleisch; sie fraßen sehr gierig und wurden $6^1/_2$ Uhr Nachmittags, also ungefähr nach 8 Stunden getötet, wobei der Darm in Champys Flüssigkeit fixiert wurde. In diesen Präparaten fand ich nun ganz ähnliche Bilder wie in denjenigen von Exemplaren, welche länger oder kürzer mit eiweißhaltigen Substanzen oder mit Fett, Lecithin oder Dextrin gefüttert worden waren. In allen diesen Fällen zeigte das Chondriom ganz denselben morphologischen Charakter und nur die Verteilung desselben war different bei Tieren, welche lange gehungert hatten, und denen, die gut ernährt waren.

2. Resorptionsvorgänge im Mitteldarm.

Ich habe verschiedene Experimente ausgeführt, um die Resorption im Mitteldarm cytologisch zu untersuchen, und zwar habe ich meine Exemplare nach längerem oder kürzerem Hungern mit folgenden Stoffen gefüttert: 1) mit Butter oder Schweinespeck; 2) mit reinem Lecithin; 3) mit Pepton, namentlich mit s. g. Pepton Wittes (Rostock), welches reines Pepton und Albumosen enthält; 4) mit *Ferrum peptonatum*, welches folgendermaßen angefertigt wurde: 20 Teile trockenes Pepton werden in 2000 Teilen destillierten Wassers gelöst, worauf der kalten Lösung eine Lösung von 240 Teilen flüssigen Ferrioxychlorids (Germ.) und von 200 Teilen Wasser unter fortwährendem Umrühren zugefügt wurden; zur Fällung des gelblichen Eisenpeptonats wird die Mischung mit verdünnter Natronlauge bis zu schwacher alkalischer Reaktion versetzt; der Niederschlag wird dann mit 2 Teilen 25% HCl bis zu

seiner Auflösung erwärmt und dann allmählich bis zur Syrupdicke eingedampft; das Präparat löst sich langsam in kaltem, schneller in warmem Wasser zu einer schwach sauer reagierenden Flüssigkeit; 5) mit *Ferrum carbonicum saccharatum*; 6) mit Dextrin; 7) mit rohem gehacktem Rindfleisch; mit Brot und darin eingerührtem gepulvertem Karmin oder Lampenschwarz oder chinesischer Tusche.

Meine Experimente haben mich vor allem zum Schluß geführt, daß feste Nahrungspartikel von den Darmepithelzellen nicht aufgenommen werden, und zwar weder Karminkörnchen, noch die feinsten Tusche, noch Lampenschwarzpartikel, die mit der Nahrung durch langes Reiben vermengt worden waren. Ich habe Exemplare von *Oniscus murarius*, die nach längerem Hungern mit solcher Nahrung gefüttert worden sind und deren Darmlumen mit derselben strotzend gefüllt war, einige Stunden nach dem Beginn der Fütterung wie auch einige Tage nachher, als schon Exkremente vorhanden waren, untersucht und niemals Spuren von festen Partikelchen in dem Plasma des Mitteldarmepithels gefunden.

Ich bin deshalb der Meinung, daß das Mitteldarmepithel der Onisciden nur eine flüssige oder halbflüssige Nahrung zu resorbieren imstande ist. Da ich ferner bei Exemplaren, die mit rohem gehacktem Fleisch, mit Kuhkäse oder mit Pepton gefüttert worden sind, niemals — im Gegensatz zu den erwähnten Beobachtungen Murlins — irgendwelche spezielle feste Partikel im Plasma der Mitteldarmzellen angetroffen habe, nehme ich an, daß Eiweißstoffe überhaupt nur in gelöster Form als Peptone, die sich unter der Fermentwirkung des Hepatopankreassekretes oder vielleicht auch des Darmepithelsekretes (s. unten) bilden, in das Protoplasma der Darmzellen aufgenommen werden und als flüssige Substanzen sich nicht von den Flüssigkeiten des Plasmaspumoids mikrochemisch unterscheiden und somit nachweisen lassen.

Meine Beobachtungen über die Resorption im Mitteldarme habe ich hauptsächlich an Fettstoffen, Lecithin und an löslichen Eisenverbindungen (*Ferrum peptonatum* und *Ferrum carbonicum saccharatum*) durchgeführt.

Was die Fette anbelangt, so habe ich, wie erwähnt, Exemplare von *Oniscus murarius*, die kürzer oder länger gehungert haben, mit Butter oder Schweinespeck gefüttert und führe hier die wichtigsten diesbezüglichen Experimente an: 1) Sechs Exemplare wurden nach 8-tägigem Hungern durch 2 Tage ausschließlich mit

Schweinespeck gefüttert, darauf getötet und ihre Darmkanäle in Champys Flüssigkeit fixiert. 2) Zwei Exemplare ließ ich 14 Tage hungern und fütterte sie 4 Tage hindurch mit Schweinespeck; ihr Darm wurde wie vorher fixiert. 3) Zwei Exemplare wurden nach 14-tägiger Hungerzeit durch 4 Tage mit Butter gefüttert (Fixierung wie oben). 4) Zwei Exemplare wurden nach 3-tägigem Hungern mit Brot, reichlich mit Butter gemengt, gefüttert; nach einigen Stunden wurden sie getötet und wie oben fixiert.

Bei einigen Exemplaren, die 1—2 Stunden nach der Fütterung getötet und fixiert wurden, habe ich im Darmlumen mittels Osmiumsäure viele Fettkugeln gefunden, im Protoplasma der Darmzellen waren aber noch keine Spuren von Fett sichtbar. Bei Exemplaren dagegen, welche Nachts gefressen hatten und welche dann Morgens getötet und fixiert wurden, die also schon eine längere Zeit, mehrere Stunden, nachdem sie die Fette gefressen hatten, getötet worden waren, konnte ich an Osmiumpräparaten nur noch sehr wenige Fettkügelchen im Darmlumen finden; das Lumen war aber mit einer Nahrungsmasse gefüllt, welche ganz ungefärbt, homogen oder tropfenartig aussah, und zwar auch in denjenigen Fällen, in welchen die Nahrung aus reinem Fett bestanden hatte. Im Protoplasma des Mitteldarmepithels waren aber kolossale Fettkügelchen zu sehen. Die ungefärbte, tropfenartige Masse war ohne Zweifel ein durch das Hepatopankreassekret in neutrale Seife übergeführtes Fett, wofür die wichtige Tatsache zu sprechen scheint, daß diese Masse, obwohl aus Fett entstanden, sich nicht mehr mit Osmiumsäure schwärzte.

Aus diesen Beobachtungen folgt, daß Murlin (l. c.) vollkommen Recht hat, wenn er annimmt, daß die Fette im Darmlumen hydrolysiert und in Form von gespaltenen Produkten resorbiert werden, wobei sie dann unter dem Einfluß des Fermentes innerhalb des Protoplasmas der Darmzellen in neutrale Fette syntetisiert werden. Zu Gunsten dieser Annahme kann ich noch folgende interessante Tatsachen anführen. Ich sah nämlich, einige Stunden nach der Fütterung der Tiere mit Butter oder Schweinespeck, daß auch im Protoplasma der Mitteldarmzellen, in der Nähe der Chitinintima und zwischen derselben und dem Kern viele Tropfen liegen, welche sich ganz ähnlich wie der Inhalt des Darmlumens gegen Osmiumsäure verhalten d. h. sich nicht schwärzen; manche dieser Tropfen sieht man sogar zwischen den stäbchenartigen kurzen Fasern unter

der Chitinintima, wo sie wurstartig verlängert erscheinen, wie dies links oben in Fig. 23 zu sehen ist; ich meine, daß wir hier ohne Zweifel den unmittelbaren Durchtritt der Spaltungsprodukte des Fettes durch die engen Räume zwischen den Fasern der subintimalen Schicht vor unseren Augen haben. Eine andere, für die obige Annahme in hohem Maaße sprechende Tatsache besteht darin, daß die im Protoplasma liegenden ziemlich großen, farblosen Tropfen eine kortikale, mit Osmiumsäure sich schwärzende Schicht aufweisen, so daß sie sich als schwarze Ringe mit hellem Zentrum darstellen. Wir sehen solche Ringe in Fig. 23 rechts oben und in der Mitte. Wir haben hier ohne Zweifel ein Stadium der beginnenden Synthese des Fettes vor unseren Augen, welche somit von der Peripherie gegen des Zentrum des Tropfens fortschreitet, bis endlich eine kompakte Fettkugel entsteht. Die gebildeten Fettkügelchen rücken weiter gegen die Basis der Zelle und häufen sich gewöhnlich, aber nicht immer, direkt unter dem Kern in einer sehr ansehnlichen Anzahl an, wie wir dies in Fig. 23 erblicken; sehr häufig bilden sie Reihen von Kügelchen, die oft den Stützfasern entlang angeordnet sind und entweder aus sehr feinen oder aus größeren bis 12 und noch mehr Kügelchen bestehen. Mehrere solcher Reihen von Fettkügelchen finden wir in Fig. 23 rechts unten.

Wichtig ist auch die Frage, in welcher Form die Fette die Darmzellen verlassen, und zwar als diskrete Fettkügelchen oder in Form von gespaltenen Produkten? Nach Murlins Meinung ist das letztere der Fall, nach meiner Meinung werden die synthetisierten Fette als Fettpartikelchen weiter befördert, da ich während der Fettresorption sehr oft Fettkügelchen in den Zellen des Peritoneums, welches der Darmmuskulatur eng anliegt, und in den Leukocyten in nächster Umgebung der Darmwand beobachten konnte.

Was die Fütterung mit Lecithin anbelangt, so habe ich folgendes beobachtet. Wenn man die Tiere wenige Stunden nach der Fütterung untersucht, so erhält man mit Osmiumsäure eine Schwärzung des Darminhaltes und diese Schwärzung verschwindet nicht vollkommen, wenn das Präparat in Terpentin unter dem Einflusse des Lichtes eine längere Zeit liegen bleibt, was dafür spricht, daß der Inhalt noch größtenteils unverändertes Lecithin enthält. Wenn man dagegen die Tiere etliche Stunden nach der Fütterung mit Lecithin untersucht, so findet man sowohl in dem Inhalte des Darmlumens wie auch im Protoplasma der Darmepithelzellen in großer

Anzahl Kügelchen, welche ganz wie Fettkügelchen aussehen und sich mit Osmiumsäure intensiv schwärzen, aber diese geschwärzte Substanz wird in Terpentin unter der Einwirkung des Lichtes vollkommen entfärbt, was dafür spricht, daß wir es hier mit einem Fett zu tun haben, welches unter dem Einfluß von Terpentin einer Auflösung unterliegt. Auf Grund dieser Beobachtungen bin ich geneigt anzunehmen, daß das Lecithin schon im Lumen des Darmes irgendwelchen Spaltungen unterliegt und teilweise in fettartige Substanzen übergeht. Ich kann aber diese meine Beobachtungen nicht als entscheidend betrachten, da ich meine Untersuchungen während des Krieges in Lemberg ausgeführt und trotz vieler Bemühungen frisches, reines Lecithin nicht bekommen konnte, sondern meine Untersuchungen mit einem schon ziemlich alten Präparat von brauner Farbe angestellt habe, welches möglicherweise schon verändert, und zwar in eine fettige Substanz übergegangen war, wie dies die Nachuntersuchung mit Terpentin wie auch die Färbung der betreffenden Kügelchen mit Sudan III auf das unzweideutigste bewiesen.

An dieser Stelle wäre noch die Frage zu erledigen wie sich die Mitochondrien (Chondriosomen) dem durch die Darmzellen resorbierten Fett event. Lecithin gegenüber verhalten? Theoretisch müßte man annehmen, das die Chondriosomen als feste Partikelchen im flüssigen Plasma gewissermaßen Zentren bilden, um welche herum das Fett sich anhäufte, so daß jedes Fettkügelchen im Zentrum ein Chondriosom enthielte, welches vielleicht auch physiologisch als ein Zentrum wirkt, von welchem Stimuli zu gewissen chemischen Umbildungsprozessen, z. B. zur Umbildung der resorbierten, hydrolysierten Fette in neutrale Fette ausgingen. Ich habe deshalb großes Gewicht darauf gelegt festzustellen, ob in meinen Präparaten wirklich im Zentrum eines hydrolysierten Fettkügelchens oder eines mit Osmiumsäure sich schon schwärzenden Fettkügelchens ein Chondriosom zu finden sei? Leider konnte ich das nur verhältnismäßig selten auffinden, wie wir dies an einigen Stellen in Fig. 23 sehen. Demungeachtet glaube ich, daß die Chondriosomen sehr wahrscheinlich solche Zentren bilden. Es scheint mir, daß vermittels der Kull'schen Methode die Chondriosomen, die ringsum von Fett umgeben sind und nicht ganz frei im Protoplasma liegen, eben nicht vollkommen gefärbt werden und deshalb in den Fettkügelchen nicht sichtbar oder nur selten bemerkbar sind. Anderseits

aber scheinen folgende indirekte Beweise für die Richtigkeit meiner Annahme zu sprechen: 1) die Fettkügelchen häufen sich am meisten in solchen Gegenden des Protoplasmas an, wo auch die Chondriosomen normal in größter Anzahl angehäuft sind, namentlich unterhalb des Kernes, wie wir dies in Fig. 23 sehen; 2) an Stellen, wo die Fettkügelchen am dichtesten liegen, sind zwischen denselben die Mitochondrien fast unsichtbar, was darauf hinzuweisen scheint, daß sie hier von den resorbierten Substanzen überdeckt oder umgeben sind; 3) sehr oft bildet das Fett größere oder kleinere, in einer Reihe dicht nebeneinander liegende Kügelchen, die uns sehr an die Chondriosomenreihen erinnern, wie dies z. B. aus dem Vergleich der Fig. 23 mit 17 zu ersehen ist. Alle diese indirekte wie auch einige direkte Beweise sprechen zu Gunsten der Annahme, daß die Chondriosomen gewissermaßen Zentren für die resorbierten Substanzen bilden, was auch manche andere Autoren bei anderen Tieren beobachtet haben.

Von den Arbeiten, in welchen das Verhalten des Chondrioms während der Resorption in den Darmzellen näher beschrieben worden ist, sind besonders die von Champy und von Péterfi zu erwähnen.

Champy[1]) hat in den Darmzellen von Bombinatoren, die lange gehungert hatten, lange, filamentöse, glatte, homogene, etwas bogenförmig verlaufende Mitochondrien gesehen; der größte Teil derselben war in dem oberen und unteren Teile der Zelle gelagert, bildete also eine polare Kondensation des Chondrioms; manche verliefen aber durch die ganze Zelle von einem Ende bis zum anderen. Wir haben oben gesehen, daß bei ausgehungerten Individuen von *Oniscus*, das Chondriom nicht eine bipolare Lage, wie bei den Batrachiern nach Champy, sondern eine unipolare aufweist, da fast das ganze Chondriom unter der Chitinintima gelagert ist, dabei aber niemals lange Filamente (Chondriokonten) sondern Körnchen (Chondriosomen) bildet, die ganz frei oder in Reihen nebeneinander gelagert sein können.

Während der Resorption, vor allem aber während der Resorption von Eiweiskörpern und Fetten, zerfallen die Chondriokonten nach Champy im oberen Teile der Zelle in Granula, welche wach-

[1]) Recherches sur l'absorption intestinale et le rôle des mitochondries dans l'absorption et la sécrétion. Arch. d'Anat. Microscop. Vol. 13. 1911.

sen und sich etwas anderes gegen die Farbstoffe zu verhalten beginnen. Später unterliegen solchen Veränderungen auch die Chondrionkonten, die eine mehr priphere Lage in der Zelle hatten. Diese Granula umgeben sich mit Fett oder sie verflüssigen sich in Vakuolen, in welchen man dann manche der resorbierten Substanzen finden kann z. B. manche Farbstoffe, Eisenverbindungen u. s. w. Aus diesen Beobachtungen zieht Champy den Schluß, daß das Chondriom eine aktive Rolle bei den Absorptionsvorgängen spielt.

Tiberius Péterfi[1]) hat die Untersuchungen Champys an weißen Mäusen einer Nachprüfung unterzogen.

Unterhalb des Kernes bilden nach Péterfi die Chondriosomen die am meisten augenfälligen Strukturelemente. Sie bilden meist eine konisch gestaltete Körnchengruppe, welche den Kern kelchförmig umfaßt; nach längerem Hungern steht der Körnchenkegel mit dem Kerne in unmittelbarer Berührung und füllt auch den basalen Teil der Zelle fast vollkommen aus. 2—3 Stunden nach der Nahrungsaufnahme sind sie nur in der Nähe des Kernes sichtbar. Lange und bogenförmige Chondriokonten liegen normal oberhalb des Kernes, unterhalb dieses letzteren fand Péterfi nur sehr wenige Chondriokonten; doch nach länger dauerndem Hungerzustande fand er auch hier Chondriokonten. Wir sehen also, daß auch bei der Maus wie bei den Amphibien im Hungerzustande das Chondriom in Gestalt von Chondriokonten auftritt, was ich bei den Onisciden nicht konstatieren konnte.

In den Zellen, in denen die Resorption zweifellos bestimmbar war, konnte Péterfi konstatieren, daß die Chondriokonten in Körnchen (Chondriosomen) zerfallen und dann stufenweise verschwinden; gleichzeitig damit oder etwas später verschwinden auch die unter dem Kerne befindlichen Chondriosomen; eine solche Veränderung hat auch Champy beobachtet und auch bei meinen Objekten verschwinden die Chondriosomen in denjenigen Teilen der Zellen, wo sich resorbierte Substanzen (z. B. Fettkügelchen) in größeren Massen anhäufen. Die Substanz der zugrundegehenden Mitochondrien vermischt sich (Péterfi) mit resorbierten Stoffen und wird wahrscheinlich bei deren weiterer Umwandlung ver-

[1]) „Histologische Veränderungen der Darmepithelzellen während der Resorption". (Ergänzungsheft zum 46 B. (1914) des Anatom. Anzeigers. Verhandl. der Anat. Gesellsch. auf der 28. Versammlung in Innsbruck 1914).

braucht, was jedoch seitens Péterfi nur eine, obwohl plausible, Hypotese ist. Hypothetisch ist auch die Erklärung des Resorptionsmechanismus seitens Péterfis.

J. Arnold[1]) widmet der Cytologie der Resorption einen größeren Passus. In seinem schönen und so inhaltsreichen Werke sagt er auf S. 417 u. a. „...die meisten Beobachter stimmen darin überein, daß während der Verdauung die Granula bezw. die Mitochondrien Veränderungen in ihrer Anordnung erfahren. Es kommen in dieser Hinsicht namentlich die Arbeiten von Asher, Demjaszenko und Zillerberg in Betracht, welche berichten, daß beim Hungertier die Darmepithelien sowie die Zellen der Lieberkühn'schen und Brunner'schen Drüsen granulareich sind, während der Verdauung aber an Granula verarmen".

Bei der Fütterung mit Eisenpräparaten, vor allem mit *Ferrum peptonatum* habe ich konstatiert, daß dieselben ebenfalls von den Darmzellen resorbiert wurden. In einigen Stunden nach der Fütterung habe ich den Darm auspräpariert, in Alcohol absolutus fixiert und, nachdem ich denselben, nach Überführung in Paraffin, in Schnitte zerlegt hatte, habe ich die aufgeklebten Präparate während 1—2 Stunden mit 2% Ferrocyankalium und dann mit einer 10% Lösung von Acidum hydrochloricum behandelt (in erster Lösung blieben sie circa eine Stunde lang), wonach sich im Präparate, und zwar im Plasma des Mitteldarmepithels ein sehr feiner Niederschlag von Berlinerblau bildete, welcher im aufgehellten und in Kanadabalsam eingeschlossenen Präparate untersucht werden konnte. Bei stärkeren Vergrößerungen (Fig. 20) konnte ich ganz gut beobachten, daß der Niederschlag nicht diffus war, sondern rings um gewisse Zentren angehäuft war, wahrscheinlich rings um die Chondriosomen, die als Adsorptionszentren dienten.

3. Sekretionserscheinungen im Mitteldarm.

Wie schon oben bemerkt, bezeichnete Murlin die feinen Granulationen im Plasma der Darmzellen der Isopoden, besonders rings um den Kern als „intracellular ferment". Wir haben gesehen, daß nach meinen Untersuchungen bei gut sich ernährenden Individuen von Oniscus größere Chondriosomen mit hellem Inhalte im Innern

[1]) „Über Plasmastrukturen und ihre funktionelle Bedeutung". Jena 1914.

oft zu sehen sind. Diese Bildungen kann man als sich verflüssigende Chondriosomen betrachten und es ist sehr möglich, daß sie sich in irgendwelche Fermente verwandeln.

Außerdem habe ich eine Teilnahme des Kernes an der Bildung des Darmsekretes konstatiert Die verhältnismäßige Seltenheit der entsprechenden von mir erhaltenen Bildern ließen vermuten, daß in diesen Bildern vielleicht nur Artefacta vorliegen, die infolge einer nicht vollkommen guten Fixierung der Präparate entstanden sind Bei genauer Prüfung der Präparate war aber ein schlechter Fixierungszustand nicht zu bemerken und, was am wichtigsten ist, fand ich in ein und demselben Präparate nebeneinander Kerne, in welchen keine Veränderung zu sehen war und Kerne, deren Verhalten durchaus dafür sprach, daß sie sich an der Sekretion beteiligen (z. B. in Fig. 4). So differente Bilder der Kerne weisen darauf hin, daß sie sich in einem verschiedenen Zustande ihrer physiologischen Tätigkeit befanden. Da die erwähnten Bilder nach der Fixiernng des Darmes in Champys Flüssigkeit und nach Färbung der Präparate nach der Kull'schen Methode auftraten und auch nach Fixierung in 2% Osmiumsäure (nach Kopsch), so konnten die Bilder der Sekretion der Kerne nicht von der Art und Weise der Fixierung abhängen, sondern von der physiologischen Tätigkeit der Kerne und auch vom Individuum selbst; denn bei manchen Individuen waren sie oft zu finden, bei anderen nur selten oder gar nicht. Das beweist aber, daß die sekretorische Tätigkeit der Darmepithelkerne in erster Linie nur von dem physiologischen Zustande der betreffenden Individuen abhängig erscheint.

Ferner konstatierte ich, daß eine solche sekretorische Kernfunktion niemals bei Hungerindividuen zu sehen war, 2) daß sie dagegen sehr oft bei Individuen hervortritt, welche eine gewisse Zeit gehungert und dann während einiger Tage ein nahrhaftes Futter, z. B. Käse mit Butter, Schweinespeck, Käse mit Brot und Butter, Käse und gehacktes Rindfleisch erhalten und gierig gefressen haben, wobei plötzlich eine sehr lebhafte Verdauungstätigkeit im Darme einsetzte. So entstammen die Präparate der Fig. 2, 3, 4, 17 Individuen, welche vom 14. bis 22. September gehungert hatten und vom 23. bis 25. September mit den oben genannten Substanzen gefüttert worden waren.

Der Kern der Mitteldarmzelle schwankt in seiner Größe, er ist

rundlich oder ovoid, oft von mehr unregelmäßiger etwas lappiger Gestalt, weshalb schon die älteren Autoren von einer „Fragmentation“ des Kernes, oder von einer „Conjugation“ zweier Kerne gesprochen haben. Er liegt entweder in der Mitte der epithelialen Syncytiumschicht z. B. in Fig. 12, 16, 17 oder mehr basal oder endlich der inneren Oberfläche dieser Schicht genähert (Fig. 4). Wenn er ovoid ausgezogen ist, so liegt der große Durchmesser des Kernes entweder parallel der Oberfläche der Syncytiumschicht, oder senkrecht zu derselben; die parallele Lage sehen wir z. B. in Fig. 16, eine senkrechte in Fig. 2. Mit einem Worte der Kern zeigt ziemlich große Schwankungen in der Größe, Form und Lage.

Was die Struktur des Kernes anbelangt, so tritt sein Chromatin in Gestalt von sehr zahlreichen, mehr oder weniger unregelmäßigen Brocken oder Körnchen auf, zwischen welchen an manchen Präparaten feine Lininfädchen sehr gut zu sehen sind, besonders nach Konservierung in Ziegelwallner'scher Flüssigkeit. In dem Kern ligen 1, seltener 2, noch seltener 3 Kernkörpchen, welche sich dadurch unterscheiden, daß sie nicht typisch fuchsinophil sind; bei Färbung nach der Kull'schen Methode nehmen sie nämlich nicht wie die Mitochondrien eine lebhaft kirschrote Farbe an, sondern tingieren sich mehr mit Thionin wie das Chromatin, aber immer so, daß neben der violetten Farbe ein rötlicher Ton zu beachten ist (Fig. 16, 17, 23). Der ganze Raum zwischen den erwähnten Bestandteilen und der dünnen Kernmembran ist von einem durchsichtigen Enchylem erfüllt. Hier und da erscheint in der Nähe der Kernmembran entweder an dem proximalen oder an dem distalen Pole des Kernes, das Chromatin etwas zurückgezogen, so daß ein von diesen Substanzen freier Raum entsteht, der aber mit etwas verdichtetem, äußerst fein granuliertem Enchylem ausgefüllt ist; dieses tingiert sich bei Anwendung der Kull'schen Färbungsmethode tiefer gelblich als der Rest des Kernenchylems oder die Grundsubstanz des Protoplasmas (diese Tinktion wird durch Aurantia bedingt). So sehen wir z. B. in Fig. 17 nahe dem unteren Pol im Kerne zwei solche mit Kernenchylem erfüllte Räume und überdies in der Nähe des Kernes frei im Protoplasma eine ganz ähnliche und identisch sich färbende Masse, wie die erwähnten zwei im Inneren des Kernes, was darauf hinzuweisen scheint, daß die frei im Cytoplasma liegende Masse desselben Ursprungs ist. In anderen Zellen erscheint entweder ein Kernpol von einer gelblich sich

tingierenden sehr fein granulierten Enchylemmasse erfüllt, wobei die Grenzen des Kernes noch überall sehr gut erhalten sind, oder beide Pole des Kernes, der proximale und der distale, sind von großen Massen eines fein granulierten gelblich sich tingierenden Enchylems erfüllt, welche unzweifelhaft dem Kerne ihren Ursprung verdanken. Diese Bilder machen den Eindruck, als ob der das Chromatin enthaltende Teil des Kernes sich samt dem Kernkörpchen sehr stärk kontrahiere, um auf diese Weise den flüssigeren Kerninhalt auszuscheiden und seinen Übertritt in das umgebende Cytoplasma zu ermöglichen. Im Cytoplasma sehen wir oft einige gelbliche Massen ganz frei liegen; es sind dies ohne Zweifel Kernprodukte, die sich schon etwas früher ausgeschieden haben. Auch beobachtete ich, daß die Sekretmasse am oberen Kernpol einen Fortsatz bildet, der zwischen die stäbchenartigen Fasern unter der Chitinintima eindringt, was darauf hinweist, daß das Sekret sehr wahrscheinlich wenigstens teilweise auch in das Darmlumen eintritt.

Diese Bilder scheinen dafür zu sprechen, daß hier überall eine Zusammenziehung und Verdichtung des chromatinenthaltenden Kernabschnittes stattfindet, womit das Heraustreten des Sekretes verbunden ist.

In der Fig. 2 sehen wir bei schwacher Vergrößerung zwei nebeneinanderliegende Zellen (aus der Bauchgegend des Mitteldarmes hinter der Thyphlosolisgegend), in welchen die Kerne sich im Zustande der sekretorischen Tätigkeit befinden; einer derselben zeigt eine halbmondförmige Einsenkung am unteren Pol, der andere zwei tiefe Einsenkungen in dem chromatinhaltigen Abschnitt des Kernes entsprechend den zwei großen Sekretmassen am oberen Pol; auch hier sieht man im Cytoplasma einige frei liegende Sekretmassen, die ganz ähnlich denjenigen sind, welche noch mit dem Kern zusammenhängen. Sehr oft dringt der chromatinhaltige Kernabschnitt ziemlich tief zwischen die nebeneinander liegenden und mit dem Kern zusammenhängenden Sekretmassen in Gestalt von dünnen Fortsätzen hinein, wie wir dies z. B. in Fig. 2, 3 und 4 abgebildet finden.

Bisher haben wir die sekretorische Tätigkeit des Kernes so dargestellt, als ob das Sekret ausschließlich dem Kernenchylem (Kernsaft) seinen Ursprung verdanke, da wir überall ein Zurücktreten des Chromatins und ganz unveränderte Kernkörpchen gesehen haben. Wir sind jedoch der Überzeugung, daß wenigstens teilweise

das Chromatin selbst an der Bildung des Sekretes teilnimmt. Wir haben nämlich konstatiert, daß das Sekret, besonders wenn es noch nicht in großer Masse im Kerne angehäuft ist, feinkörnig erscheint und daß in solchen jungen Stadien der Sekretbildung sich oftmals keine Grenze zwischen dem chromatinhaltigen Teil des Kernes und der Sekretmasse nachweisen lassen, so daß sehr feine Körnchen des Chromatins in der Masse selbst in der nächsten Nachbarschaft des chromatinhaltigen Kernabschnittes liegen, wie dies in Fig. 2 rechts zu sehen ist. Es ist deshalb sehr wahrscheinlich, daß auch ein Teil der feinen Chromatinkörnchen durch Verlust ihrer Färbungsfähigkeit einer Verflüssigung unterliegen und sich der Sekretmasse zugesellen, welche jedoch hauptsächlich dem flüssigen Kernbestandteile, dem Kernsaft und möglicherweise auch dem Linin ihren Ursprung verdankt, da die Lininsubstanz in den sezernierenden Kernen nicht so deutlich hervortritt wie in den Ruhekernen.

Auf Grund der oben angeführten Beobachtungen kommen wir also zu dem Schluß, daß in dem Mitteldarmepithel von *Oniscus* Fermente gebildet werden, welche teilweise durch Verflüssigung eines Teiles der Chondriosomen, teilweise aber infolge der sekretorischen Tätigkeit der Kerne, und zwar hauptsächlich als Produkte der chemischen Umbildung des Kernenchylems und wahrscheinlich auch eines Teiles der Lininsubstanz wie auch der Chromatinkörnchensubstanz entstehen.

Der Bildung der Fermente, sagen wir allgemeiner, der Sekrete im Mitteldarme der *Onisciden* hat schon Murlin (l. c.) einige Worte gewidmet. Er erwähnt nämlich Massen von feinen Granulationen (mit Fuchsin *S* gefärbt!), die rings um den Kern liegen, bevor noch „Nahrungsteile“ im Cytoplasma sichtbar werden. „Manche“ von diesen Granulationen entstammen nach Murlin dem Kerne; er nannte die Granulationen „intracellular ferment“, gibt aber keinen einzigen Beweis dafür, daß ein Teil dieser Granulationen wirklich dem Kerne entstamme.

Wichtige Beobachtungen hat uns in dieser Hinsicht S. Maziarski[1]) geliefert, zwar nicht an Landasseln, sondern an marinen Iso-

[1]) S. Maziarski: Sur les changements morphologiques de la structure nucléaire dans les cellules glandulaires. Contribution à l'étude du noyau cellulaire. Avec 4 planches. Archiv f. Zellforschung. Bd. 4. H. 4. 1910.

poden, also nahe verwandten Formen, welche ein viel günstigeres Objekt zu solchen Studien liefern und bei welchen die sekretorische Tätigkeit der Kerne im Darmepithel in einer unvergleichlich deutlicheren Art und Weise vor sich geht, wie dies aus den schönen Untersuchungen Maziarskis zu schließen ist.

Maziarskis Beobachtungen beziehen sich auf *Idothea*, *Woshea*, hauptsächlich aber auf *Sphaeroma*. Er sagt: „après une courte fixation en place, l'intestin et les tubes hépato-pancréatiques étaient... après section des parties orale et caudale de l'intestin... placés dans les liquides fixateurs". Er hat also den Mitteldarm samt Hepatopancreasschläuchen fixiert und untersucht. Leider hat er aber in seiner Arbeit nicht ausdrücklich betont, ob seine verschiedenen Bilder sich auf den Mitteldarm oder auf die Hepatopancreasschläuche oder auf beide Abschnitte der Mitteldarmbildungen beziehen. Er spricht nur von „cellules des canaux entériques", von „organes entériques des Isopodes marins" (pag. 576) und alle seine Beobachtungen über die sekretorische Funktion der Kerne beziehen sich auf diese „organes entériques", als ob der Mitteldarm und die Hepatopancreasschläuche ganz identische Bildungen seien und keine Differenz in ihrem Bau darstellten. Der Verfasser meint mit der Bezeichnung „canaux entériques" wahrscheinlich auch den Mitteldarm, da er sagt „les tubes entériques des Isopodes, organes dans lesquels s'accomplissent les processus de digestion et d'absorption des aliments". Anderseits scheinen aber Bilder, wie z. B. Fig. 56 (Taf. XXVII) in der Arbeit Maziarskis fast sicher dafür zu sprechen, daß wir es hier mit der Mitteldarmdrüsenzelle (Hepatopancreaszelle) zu tun haben, was die enormen und äußerst zahlreichen, mit Osmiumsäure (nach Fixierung in Flemmings Gemisch) schwarz sich färbenden und in die „lumière du canal sécréteur" eintretenden Sekretkugeln dartun — Bilder, die ich in dem Hepatopancreas der Landisopoden sehr oft gesehen habe; auch manche Veränderungen in den Kernen (Vakuolisation s. unten), die Maziarski in seinen „canaux entériques" beschrieben hat, sehe ich oft in den Kernen der Mitteldarmdrüse, die überhaupt eine ganz andere Struktur zeigt als der Mitteldarm. Ich werde deshalb die Arbeit Maziarskis erst später bei Gelegenheit der Beschreibung meiner Untersuchungen über die Mitteldarmdrüse der Oniscoiden betrachten. Dort werde ich auch die Teilnahme des Kernes an den Sekretionsprozessen in der Mitteldarmdrüse näher darstellen

und die betreffenden Angaben aus der Litteratur mitteilen. Hier möchte ich nur noch folgendes bemerken.

Bilder, die ich in Bezug auf die sekretorische Tätigkeit der Kerne des Mitteldarmes beobachtet und beschrieben habe, erinnern uns sehr lebhaft an die Bilder, die Maziarski z. B. in Fig. 21, 23, 25 u. a. (Taf. XXIII) seiner schönen Arbeit über Spinndrüsen [1]) dargestellt hat; Kerne, deren chromatinenthaltender Abschnitt gegen einen Pol stark zurückgezogen erscheint und eine oder mehrere halbmondförmige Vertiefungen zeigt, welche gegen das helle, hier meist vakuolisierte, fast ungefärbte Kernsekret gerichtet sind. Diese Bilder erinnern uns lebhaft an unsere Fig. 2. Nach Maziarski entsteht hier aber das Kernsekret nur aus den Nukleolen; „c'est la substance nucléolaire qui donne le matériel pour les processus sécrétoires". Bei *Oniscus* aber unterliegen die Kernkörperchen keiner Veränderung und verflüssigen sich nicht, um das Sekret zu bilden. Wenn ich aber die Abbildungen Maziarskis mit den meinigen vergleiche, komme ich zu der Uberzeugung, daß ohne Zweifel auch in den Spinndrüsen der Lepidopterenlarven wenigstens teilweise die primär flüssigen Bestandteile der Kerne (Kernenchylem) und das Linin an der Bildung des Kernsekretes teilnehmen, obwohl Maziarski nur den Nukleolen diese Rolle zurschreibt und auch teilweise dieselbe dem Chromatin nicht abspricht, indem er sagt (pag. 433) „en outre de la substance nucléolaire, la chromatine prend très probablement part à l'élaboration du produit de sécrétion, mais à un degré plus restreint". Es genügt z. B. auf die Fig. 16 und 17 (Taf. XXII) der Arbeit Maziarskis (1911) einen Blick zu werfen, wo in dem großen Kern das Chromatin gegen die Peripherie stark zurückgezogen erscheint, die Mitte des Kernes aber von flüssiger Substanz ausgefüllt ist, in der die Nukleolen frei liegen, zwischen welchen ein sehr zartes Netz zu sehen ist; es genügt dann in Betracht zu ziehen, daß diese ganze zentrale Masse des Kernes etwas später nach außen in das Cytoplasma tritt und somit das Sekret bildet, um zur Überzeugung zu kommen, daß hier wenigstens teilweise außer den sekundär einer Verflüssigung unterliegenden Nukleolen auch die primär flüssige Substanz des Kernes sich an der Bildung des Sekretes beteiligt.

[1]) Recherches cytologiques sur les phénomènes sécrétoires dans les glandes filières des larves der Lépidoptères. (Arch. f. Zellforschung 6. Bd. 3. H. 1911).

Auf Grund der oben angeführten Beobachtungen und Betrachtungen können wir die verschiedenen Erscheinungen in der Sekretion der Zellen, in bezug auf die Teilnahme des Cytoplasmas und des Kernes folgendermaßen klassifizieren:

1) Die Sekretion tritt nur infolge der chemischen Veränderungen des Cytoplasmas auf;

2) Die Sekretion tritt infolge der chemischen Veränderungen im Kerne, und zwar:

a) im Chromatin,
b) in den Nucleolen,
c) in dem Kernenchylem (Kernsaft),
d) in den verschiedenen oben erwähnten Kernbestandteilen gleichzeitig auf.

3) Die Sekretion tritt infolge chemischer Veränderungen sowohl im Cytoplasma wie auch im Kerne auf.

Was die erste Art und Weise der Sekretion anbelangt d. h. eine reine Cytoplasmasekretion, so haben in den letzteren Jahren viele Forscher nachgewiesen, daß die cytoplasmatischen Sekretgranula durch Intervention, und zwar durch direkte oder indirekte Intervention des Chondrioms zustande kommt. Altmann[1]) war der erste, der diese Idee ausgesprochen hat, obwohl er bekanntlich das, was wir heute Chondriom nennen, als „Bioblasten" bezeichnet hat, wobei sein Bioblastenbegriff ein viel breiterer war als der Chondriombegriff. Die Annahme Altmanns wurde in den letzteren Jahren von vielen Forschern bestätigt z. B. von Regaud und Mawas[2]), von meiner Schülerin Frl. Bloch[3]), vor allem aber von Henri Hoven[4]), nach welchem „les chondriosomes représentent dans la cellule sécrétante, des organules qui fixent les matériaux nécessaires à l'élaboration des produits de sécrétion. Ils jouent par conséquent un rôle extrêmement actif dans ces phénomènes",

[1]) Die Elementarorganismen und ihre Beziehungen zu den Zellen. Leipzig 1890. 2-te Aufl. 1894.

[2]) Sur les mitochondries des glandes salivaires chez les mammifères. C. R. Soc. Biol. 1909.

[3]) Mater. zur Histolog. u. Cytologie d. Süßwassertricladen. Bull. Acad. Sc. Cracovie. Octobre, 1913.

[4]) Contribution à l'étude du fonctionnement des cellules glandulaires. Du rôle du chondriome dans la sécrétion, Archiv f. Zellforschung. Leipzig. 8 B. 7 H. 1912.

wobei noch zu betonen ist, daß nach den neueren Forschungen von zahlreichen Beobachtern die Chondriosomen in allen Drüsenzellen vorhanden sind und daß dieselben auch verschiedene andere wichtige Funktionen im Cytoplasma verschiedener Zellen z. B. in den Darmzellen (Absorption, Champy, 1909), in den Eizellen (Dotterbildung, Van der Stricht und seine Schüler, J. Nusbaum-Hilarowicz 1917) u. s. w. ausüben.

Was die zweite Art und Weise der Sekretion anbelangt, d. h. die Kernsekretion, so haben z. B

a) Galeotti[1]), Maziarski (1910 l. c.) u. a. in direkter Weise den Übergang des Kernchromatins in das Sekret oder in indirekter Weise z. B. Laguesse[2]) diesen Übergang angenommen.

b) Maziarski (1911 l. c.) u. andere haben die Kernnukleolen als Ursprungsquelle des Sekretes betrachtet.

c) A. J. Hammar[3]) beobachtete im Epithel der Epidydymis beim Hunde, daß aus dem Kerne besondere Körnchen austreten deren Ursprung er dem Kernsaft zuschreibt und die sich im Cytoplasma mit den Sekretkörnchen cytoplasmatischen Ursprunges vermischen. Diese Beobachtung steht also der meinigen am nächsten, da auch ich im Darmepithel von *Oniscus* ein Kernsekret annehme, welches hauptsächlich dem Kernsaft seinen Ursprung verdankt und in das Cytoplasma eintritt.

Was die dritte Art und Weise der Sekretion anbetrifft d. h. einer Sekretion, bei welcher gleichzeitig das Cytoplasma und der Zellkern tätig sind oder tätig sein können, so finden wir ein schönes Beispiel dafür in den Verhältnissen, die ich im Darmepithel der Onisciden oben beschrieben habe, wo wir sahen, daß die Chondriosomen sich in größere, in der Mitte sich verflüssigende Kügelchen — Sekretkügelchen (Fermente) verwandeln und daß dabei wenigstens zeitweise auch der Kern ein flüssiges Sekret bildet, wobei beide Sekretionen zuletzt ohne Zweifel sich vollkommen vermischen. Es sei schon jetzt erwähnt, daß ich diese vereinigte Tätigkeit des Cytoplasmas und des Kernes auch in einem noch viel

[1]) Über die Granulationen in den Zellen. Intern. Monatschr. f. Anat. und Physiol. Bd. XII, 1895.

[2]) Corpuscules paranucléaires (parasomes), filaments basaux et zymogène dans les cellules sécrétantes. C. R. Soc. Biol. 1899 u. andere.

[3]) Über Sekretionserscheinungen im Nebenhoden des Hundes u. s. w. Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abt. Suppl. 1897.

größerem Maße in der Hepatopancreasdrüse der Onisciden, die wir unten näher betrachten werden, beobachtet habe.

4. Glykogen im Darmepithel.

Obwohl M. Weber (l. c. 1880) im Darme der Onisciden Glykogen nicht auffinden konnte, war ich imstande dasselbe in großer Menge sowohl im Mitteldarmepithel wie auch, wie wir es unten sehen werden, im Hepatopancreasepithel zu konstatieren, und zwar an Präparaten, die in Zieglwallner'schen Flüssigkeit fixiert und mit Bests Karmin gefärbt worden sind. Das Glykogen als Reservestoff bleibt sehr lange in den Zellen des Darmes bestehen; bei Exemplaren, welche 1 bis 2 Monate gehungert oder einige Zeit nur reine Watte gefressen hatten, habe ich in großer Anzahl Glykogenkörnchen im Cytoplasma des Darmepithels gefunden; erst bei Exemplaren, welche drei Monate in vollkommenem Hungerzustande sich befunden hatten, habe ich keine Spuren mehr von Glykogen, weder im Mitteldarmepithel, noch im Epithel der Mitteldarmdrüse, noch in den Körpermuskeln gefunden. Nach drei Monaten also verschwindet dieser wichtige Reservestoff schon vollkommen aus dem Körper der hungernden Landasseln.

Das Glykogen erscheint im Cytoplasma des Mitteldarmepithels (in den Kernen fand ich dasselbe niemals) in Gestalt von Granula, und zwar sowohl sehr kleinen, die denen des Chondrioms der Größe nach gleichen, wie auch von viel ansehnlicheren, die man schon als Glykogenkügelchen bezeichnen kein (s. Fig. 12); an denjenigen Stellen, wo es sehr reichlich vorkommt, tritt es nicht nur in Form von Granula oder Kügelchen, sondern auch teilweise diffus auf, da auch zwischen den Glykogenkörnchen das Cytoplasma sich stellenweise mit Bests Karmin färbt (Fig. 12); zum größten Teil aber tritt es in Gestalt von bestimmten, isolierten Körnchen und Kügelchen auf. Die kleinen Körnchen färben sich homogen, in den größeren Kügelchen kann man ein helleres Zentrum und eine intensiver sich färbende kortikale Schicht unterscheiden. Ob sich die Glykogengranula so wie die Fermentgranula im innigen Zusammenhange mit den Chondriomkörnchen bilden, etwa durch die Umbildung derselben, kann ich nicht sagen, halte es aber für wahrscheinlich. In Fig. 12 sind die Chondriomkörnchen infolge des Einflusses der Osmiumsäure in der Zieglwallner'schen Flüssigkeit fixiert

worden, und zwar als winzige graue Körnchen, und es ist zu bemerken, daß die kleinsten Glykogengranula, die zwischen den ersteren liegen und rot gefärbt sind, nicht viel größer sind, während andere schon eine viel bedeutendere Größe erreichen.

Was die Verteilungstopographie des Glykogenes in der Darmzelle anbelangt, so ähnelt dieselbe im allgemeinen derjenigen des Chondrioms: man findet also in der ganzen Zelle mehr oder weniger gleichmäßig zerstreute Glykogengranula, daneben aber gewöhnlich eine größere Anhäufung derselben unter der Chitinintima zwischen derselben und dem Kern als auch unter dem Kern, d. h. zwischen demselben und der Zellbasis (s. Fig. 12). Um mich zu überzeugen, ob hier wirklich Glykogengranula vorliegen, habe ich, obwohl dies schon allein durch die sehr sichere Methode von Best bewiesen worden ist, Präparate, an welchen die Glykogengranula mit Bests Karmin schön gefärbt waren, 6 Stunden in einer 1% Ptyalinlösung belassen; alle Granula waren verschwunden, so daß bei nachheriger Färbung sich schon nichts mehr tingiert hat.

Wie bekannt, haben wir es in der histologischen Technik entweder mit einem solchen Glykogen zu tun, das sich äußerst leicht und schnell in Wasser löst (weshalb solche Präparate mit Alkohol und nicht mit Wasser auf Objektträger angeklebt werden müssen) oder mit einem solchen, das sehr schwer wasserlöslich ist. Das Glykogen im Darmkanal der Landasseln gehört zu der letzteren Art. Infolgedessen veschwinden die Glykogengranula nicht an Schnitten, welche mit Wasser behandelt worden sind, vielmehr erscheinen sie an solchen Präparaten noch deutlicher, da sie durch die kurze Einwirkung von Wasser etwas aufquellen, größer werden und länglich ovale Formen annehmen oder sogar stellenweise miteinander verkleben und ansehnlichere Massen bilden, die gelappt oder an einem Ende etwa gegabelt erscheinen.

B. Die Mitteldarmdrüse (Hepatopancreas).

Das Epithel der Mitteldarmdrüse erscheint uns an Querschnitten oder Längsschnitten in äußerst verschiedenartiger Gestalt, was von dem Zustande seiner Sekretionsfähigkeit und seiner Resorptionstätigkeit abhängt. Es genügt die Fig. 6, 11, 14, 8 miteinander zu vergleichen, um sich zu überzeugen, daß 1) die Epithelzellen so groß und hoch sein können, daß das Lumen der Drüse fast ver-

schwindet (Fig. 6); 2) in anderen Fällen das Epithel ziemlich niedrig, abgeplattet und daher das Drüsenlumen äußerst groß (Fig. 14) ist; 3) in demselben Schnitte die einen Epithelzellen sehr niedrig oder ganz verschwunden sein können, andere dagegen in der nächsten Nachbarschaft liegende Zellen stark entwickelt und hoch (Fig. 11); 4) in demselben Schnitt einige Zellen vollkommen gut erhalten sein, andere, die den ersteren anliegen, im Zustande eines gewaltigen Zerfalls sich befinden können (Fig. 8).

Diese ungewöhnliche Differenz und Mannigfaltigkeit bezieht sich nicht nur auf die Größe und Gestalt der Epithelzellen, sondern in gleich großem Grade auch auf den Bau derselben, und zwar auf die Struktur des Cytoplasmas, der Kerne und der freien, gegen das Drüsenlumen zugekehrten Oberfläche der Epithelzellen, wie wir es weiter unten sehen werden. Es ist deshalb angezeigt, bei der Beschreibung des Baues und der Funktionen der Mitteldarmdrüsenzellen dieselben vor allem in drei Zuständen zu betrachten:

1) nach einer langen Hungerperiode der Tiere;
2) während der Resorptionsfunktion;
3) während der Sekretionsprozesse.

1. Die Mitteldarmdrüsenzelle nach langem Hungern der Tiere.

Nach einem fast dreimonatlichen Hungern zeigen die Mitteldarmdrüsenzellen einen zarten, alveolären Bau; sie sind sehr hell und enthalten gar keine fetthaltigen Sekretkugeln, die bei normalen, gut ernährten Individuen in sehr großer Anzahl im Cytoplasma auftreten und sich mit Osmiumsäure intensiv färben (nach Fixierung in Champys Gemisch und Färbung nach der Kull'schen Methode).

Auch bei solchen Hungerindividuen kann man an Querschnitten durch die Drüsenschläuche zwei Zellenformen unterscheiden, die schon von M. Weber beschrieben und Absorptionszellen und Fermentzellen benannt worden sind (1880). Diese Benennungen sind ganz verfehlt, weil sowohl die einen wie auch die anderen eine Resorptions- und Sekretionsfunktion erfüllen können, wie wir dies auf Grund experimenteller Beobachtungen weiter unten darstellen werden. Diese beiden Zellenformen werde ich als große und kleine Epithelzellen bezeichnen.

In Fig. 22 sehen wir bei einem Hungertier eine große und

eine kleine basale Zelle nebeneinander. Die große ist, wie dies überhaupt sich sehr oft trifft, hier zweikernig, die kleine ist immer einkernig, aber in diesem Schnitt wurde der Kern der kleinen Zelle nicht getroffen. Während die große Zelle mit ihrer großen, freien Oberfläche das Drüsenlumen begrenzt, da diese Zellen basal oft verschmälert und gegen die Lumenoberfläche verbreitert sind, verhält sich die kleine basale Zelle umgekehrt und nimmt an der Begrenzung nur wenig oder auch gar nicht teil. Die Struktur des Cytoplasmas ist sowohl in der großen wie auch in der kleinen Zelle alveolär, wobei in der großen Zelle die Alveolen viel deutlicher auftreten als in der kleinen; in der großen nehmen die Alveolengrenzen mit der Kull'schen Färbung einen rötlichen Ton an, während sie in der kleinen ungefärbt bleiben; die große Zelle erscheint daher im ganzen intensiver tingiert als die kleine, blasse Zelle. In der großen Zelle liegen in den Knotenpunkten der Alveolen, besonders in dem basalen Abschnitt der Zelle winzige Chondriosomen, die sich mit Fuchsin S intensiv färben, gegen den apikalen Abschnitt der Zelle erscheinen diese winzigen Chondriosomen in viel geringer Anzahl, an ihrer Stelle aber sieht man nicht zahlreiche, aber größere Körnchen und Kügelchen, die sich ebenfalls intensiv mit Fuchsin S tingieren und ohne Zweifel Enzymkörnchen darstellen. In den kleinen Zellen sind die winzigen Chondriosomen in viel geringerer Anzahl, aber die größeren Enzymkügelchen in viel bedeutender Zahl vorhanden.

An der freien Oberfläche der Epithelzellen sehen wir bei den Hungertieren einen Saum, der aus zwei Schichten besteht: einer äußeren, gegen das Drüsenlumen gerichteten Schichte, welche aus kürzen Stäbchen und einer inneren, die aus höheren (ungefähr 2- bis 3-mal höheren) Stäbchen besteht; an der Grenze zwischen diesen zwei Stäbchenschichten des Saumes befindet sich eine sehr dünne Membran, die sich ziemlich intensiv mit Säurefuchsin färbt (Fig. 22). Ein solcher Bau des Stäbchensaumes ist nicht nur auf der großen, freien Oberfläche der großen Drüsenzellen, sondern auch auf der kleinen, freien Oberfläche der basalen Zelle zu finden. Die Kerne beider Zellformen sind rundlich oder oval. Das Chromatin erscheint in denselben in Form von größeren oder kleinen Brocken oder Körnchen, die stellenweise größere Anhäufungen bilden; das Kernkörperchen (im Schnitt Fig. 22 nicht getroffen) zeigt keine typische Färbungsweise, weil es sich mit Säurefuchsin nicht in-

tensiv rot tingiert. Bei Anwendung der Kull'schen Färbungsmetode (nach Konservierung in Champys Flüssigkeit) nehmen die Kernkörperchen einen schmutzig rötlich-gelblichen Ton an (infolge des Einflusses von Aurantia), wie dies auch oft während des Zustandes der Sekretion bei gut ernährten Individuen zu sehen ist (vergl. Fig. 6 und 8).

2. Die Mitteldarmdrüsenzelle im Zustande der Resorption.

Die Frage, ob die Mitteldarmdrüsenzelle neben ihrer Sekretionsfunktion auch noch zur Resorption befähigt ist, wurde wie oben dargelegt, vielfach diskutiert, jedoch bislang nicht gelöst. Wenn Maziarski unter den „canaux entériques" die Mitteldarmdrüsenschläuche versteht, so weiß ich nicht, aus welchem Grunde er mit solcher Sicherheit annimmt, daß dieselben die Organe der Digestion und Resorption darstellen (l. c. 1910).

Um die Frage zu lösen, ob irgendwelches Epithel eine Resorptionsfunktion ausübt, ist es am besten, Fütterungsversuche mit Fett vorzunehmen, weil es dann am leichtesten ist, das resorbierte Fett im Cytoplasma nachzuweisen. Ein solches Experiment wäre aber in unserem Falle zweideutig, weil auch die Sekretgranula der Mitteldarmdrüsenzellen fetthaltig sind. Daß das Mitteldarmdrüsenepithel Fett resorbiert, läßt sich indirekt durch folgende Beobachtung beweisen. Bei Exemplaren, die sehr reichlich mit Butter, Schweinespeck oder Lecithin (dessen Nachweis vermittels Osmiumsäure ebenso wie der des Fettes sehr leicht ist) gefüttert worden sind, fand ich nicht nur im Cytoplasma des Epithels des Mitteldarms und der Mitteldarmdrüse, sondern auch in den Zellen des Peritoneums und in den anliegenden Leukocyten, und zwar in nächster Nachbarschaft des Mitteldarmes und der Mitteldarmdrüse zahlreiche schwarz mit Osmiumsäure sich tingierende Kugeln, was dafür zu sprechen scheint, daß in beiderlei Organen eine Resorption der Fette in großem Maße stattfindet. Wir sehen z. B. in Fig. 1, daß in zwei Peritonealzellen, die der Muskelschicht eines Teiles der Mitteldarmdrüsenwand anliegen, wie auch in einem anliegenden großen Leucozyten ansehnliche fettige Kugeln liegen, die ganz ähnlich denjenigen sind, welche im Cytoplasma einer großen Epithelzelle eingebettet liegen.

Einen direkten Beweis für die Resorptionsfähigkeit des Mittel-

darmdrüsenepithels lieferten meine Fütterungsversuche mit Eisenverbindungen. Zuvor möchte ich jedoch die Frage erörtern, wie sich die Struktur dieser Zellen während der Resorptionsfunktion verhält und ob sie sich in irgendwelcher Weise von der Struktur dieser Zellen bei Hungertieren und im Zustande einer regen Sekretion unterscheidet?

Der wichtigste Unterschied besteht darin, daß die resorbierenden Zellen mit einem schön entwickelten Cilienbesatz versehen sind, während bei den Hungertieren oder während der regen Sekretionsfunktion die Cilien abfallen und zugrunde gehen.

Wir haben gesehen, daß bei Hungerindividuen der Stäbchensaum aus einer äußeren (dem Lumen zugekehrten) niedrigen Stäbchenschicht und aus einer inneren (gegen das Cytoplasma gerichteten), viel höheren Stäbchenschicht, zwischen welchen eine feine Grenzmembran verläuft, besteht; eine solche Struktur finden wir auch im Epithel während der ersten Periode des Sekretionszustandes (vergl. die Fig. 5). Am Anfange des Resorptionsprozesses finden wir nun neben diesen zwei Schichten des Stäbchensaumes feine, sehr lange Wimpern an der freien Oberfläche der Epithelzellen. Die Cilien kann man auch sehr schön in vivo beobachten, und zwar an Stückchen des Mitteldarmdrüsenepithels, welche in physiologischer Kochsalzlösung oder in der Ringer-Lock'schen Flüssigkeit mit feinen Nadeln zerzupft worden sind. An solchen Präparaten kann man sich leicht überzeugen, daß diese langen Cilien unbeweglich sind. An Querschnitten von Präparaten, welche mit Champys Flüssigkeit fixiert und nach der Kull'schen Mitochondrienmethode gefärbt worden sind, werden die Cilien schön violett, die Stäbchen des Saumes karminrot tingiert, weshalb man sehr schön das gegenseitige Verhältnis beider Bildungen beobachten kann. Wir finden nämlich, daß die zarten Wimpern zwischen die Stäbchen der äußeren Schicht eindringen, die erwähnte, feine abgrenzende Membran durchbohren, weiter nach innen zwischen die Stäbchen der inneren Schicht gelangen, um im Cytoplasma zwischen zahlreichen hier angehäuften sehr feinen Chondriosomen zu endigen (Fig. 5). An Präparaten, die mit Eisenhämatoxylin gefärbt worden sind, habe ich mitunter sehr feine basale Körnchen gesehen; mit je einem Körnchen verbindet sich der basale Teil der Wimper, weshalb diese Körnchen als Basalkörperchen bezeichnet werden müssen. Die Körnchen sind aber nicht immer und nicht leicht zu beobachten, weil sie ringsum

von einer großen Anzahl von feinen Chondriosomkörnchen umgeben sind, die sich in gleicher Weise mit Eisenhämatoxylin schwarz färben; nach der Kull'schen Methode färben sich, wie erwähnt, die Cilien violett und die Basalkörperchen rot wie die umgebenden Chondriosomen. Auch an den sehr kleinen frei gegen das Mitteldarmdrüsenlumen gerichteten Oberflächen der kleinen basalen Zellen sind die zwei Schichten des Stäbchensaumes und die Wimpern vorhanden. Was das Cytoplasma anbelangt, so zeigt es während der Resorption einen nicht mehr vollkommenen, deutlich alveolären Bau, weil derselbe verwischt wird 1) durch zahlreiche Ferment (Sekret-) kügelchen, die im Plasma eingebettet sind, 2) durch zahlreiche resorbierte Nahrungspartikel (z. B. Fette, Lecithine, Eisenverbindungen u. s. w.), 3) durch sehr zahlreiche Chondriosomen.

Die Chondriosomen sind besonders stark unter dem inneren Stäbchensaum als sehr feine Körnchen angehäuft, wobei ziemlich viele auch zwischen die Stäbchen dieses Saumes und zwischen die Basalteile der Wimpern hineindringen, wie dies in Fig. 5 zu sehen ist. Aber sehr zahlreich sind die Chondriosomen auch in allen anderen Gegenden des Cytoplasmas, wo sie entweder einzelne zerstreute, feine Körnchen oder Kettchen von frei nebeneinander liegenden feinen Körnchen bilden, welche sehr oft wellenförmig verlaufen (Fig. 5). Niemals habe ich Chondriokonten d. h. ein in Form von Fäden oder Stäbchen auftretendes Chondriom beobachtet. Sehr oft sah ich auch eine größere Anhäufung von Chondriomkörnchen in der Nähe der Zellbasis unterhalb des Kernes.

Was den Kern in den Zellen während der Resorption anbelangt, so zeigt er keine besondere Veränderungen. Das Chromatin bildet Fädchen und Bröckelchen, stellenweise auch netzartige Verbindungen, das Kernkörperchen ist sehr groß und liegt entweder in der Mitte oder nahe dem distalen oder proximalen Pol und zeigt keine typische, acidophile Färbung, da es sich z. B. mit Hämatoxylin tiefbläulich färbt und nach der Kull'schen Färbung schmutziggelblich.

Zu den Fütterungsversuchen mit eisenhaltigen Präparaten übergehend bemerkten wir, daß bereits einige Stunden nach der Fütterung, Sedimente von Berlinerblau hervorgerufen worden sind und diese zwischen den basalen Abschnitten der frei hervorragenden Wimpern als feinste blaue Körnchen oder Körnchenreihen liegen. Wir fanden also in flagranti den Weg, und zwar durch die fein-

sten kapillaren Spalten zwischen den sehr dicht nebeneinander stehenden Wimpern, durch welchen die Nahrungspartikelchen aus dem Lumen der Mitteldarmdrüse in das Epithel derselben eintritt (vergl. die Fig. 18).

Die flüssigen Nahrungspartikel dringen nun weiter zwischen den Stäbchen der äußeren und denjenigen der inneren Schicht des Stäbchensaumes hindurch, wobei sie natürlich auch die feine Grenzmembran passieren müssen und gelangen in das Cytoplasma.

Sobald die Nahrungsbestandteile in das Cytoplasma gelangt sind, fallen die Wimpern ab, was darauf hinzuweisen scheint, daß der feine Wimperbesatz eine gewisse und nicht unwichtige Rolle bei der Resorption der flüssigen Nahrung oder wenigstens bei dem Durchpassieren derselben von dem Drüsenlumen in das Cytoplasma spielt; möglicherweise sind hier kapillare Kräfte beteiligt.

An Präparaten, wo sich durch die Wirkung des Ferrocyankaliums Niederschläge von Berlinerblau im Cytoplasma gebildet haben, liegen die Körnchen desselben nicht diffus in diesem letzteren zerstreut, sondern um gewisse Zentra angehäuft; solche zahlreichen kleinen Häufchen von Berlinerblaukörnchen sind in Fig. 18, 19, 20 zu sehen. Vergleichen wir diese Anordnung der Berlinerblaukörnchen, z. B. ihre größere Anhäufung nahe des Stäbchensaumes oder nahe der Zellbasis (verg. die Fig. 18 und 20) unterhalb des Kernes, mit der Verteilung des Chondrioms in Zellen, die nach der Methode von Champy-Kull fixiert beziehungsw. gefärbt worden sind, so gelangen wir zu dem Schlusse, daß die erwähnten Zentra eben den Chondriosomen entsprechen, die somit als Adsorptionszentra eine wichtige Rolle während der Resorptionsprozesse spielen.

Sehr wichtig ist die von mir konstatierte Tatsache, daß die Resorption der flüssigen Nahrungspartikel nicht nur seitens der großen Zellen, sondern in gleichem Grade auch seitens der kleinen basalen Zellen zustande kommt, wie z. B. in Fig. 19, wo wir blaue Körnchen des Berlinerblaus sowohl in den großen wie auch in den kleinen Zellen sehen. Die violetten größeren Granula, die in der kleinen Zelle der Fig. 19 in sehr großer Anzahl im Cytoplasma zerstreut sind, sind Fermentgranula, die eine solche Farbe bei der Tinktion mit Hämatoxylin angenommen haben und sich somit färberisch und auch dem Habitus nach von den Körnchen des Berlinerblaus bedeutend unterschenden. Die großen, hellen, leeren Räume,

die wie Vakuolen aussehen und in bedeutender Anzahl auftreten (Fig. 18, 19, 20) sind wirklich leere Räume, welche an Stelle der großen, fettigen Sekretkugeln geblieben sind, da sich diese beim Überführen der Präparate durch Alcohol absolutus und Xylol gelöst haben (nicht osmierte fetthaltige Substanzen!). Die Räume sind somit Negative der Granula und Kugeln, die wir z. B. in Fig. 6, 8 oder 9 sehen.

Wir haben schon oben bemerkt, daß während der energischen Fettresorption in den Peritonealzellen und in den Leukozyten, die die Mitteldarmwand und die Mitteldarmdrüsenwand umgeben, reichlich Fettkügelchen zu finden sind. Dasselbe läßt sich nun auch in bezug auf die resorbierten Eisenverbindungen sagen. Wenn man die Tiere einige Tage mit Eisenverbindungen füttert, findet man dann in den Präparaten Berlinerblauniederschläge nicht nur in der nächsten Umgebung des Darmes und der Darmdrüse, sondern auch in allen Gegenden des Körpers, und zwar als ziemlich große Ablagerungen z. B. in den Muskeln, in den Leukozyten und auch frei in der Leibeshöhle liegend, besonders in der Nähe der Hypodermis.

Durch unsere Beobachtungen haben wir also nachgewiesen, daß die s. g. Mitteldarmdrüse der Isopoden, ebenso wie dies z. B. bei den Decapoden von mehreren Forschern gezeigt worden ist, nicht nur eine Drüse, welche gewisse Fermente liefert, sondern auch ein Resorptionsorgan darstellt, das neben dem Mitteldarm eine in dieser Hinsicht ebenbürtige Rolle spielt.

3. Die Mitteldarmdrüsenzelle im Zustande der Sekretion.

Es ist gewiß in physiologischer und allgemein biologischer Hinsicht eine äußerst interessante Tatsache, daß dasselbe Gewebe eines Organes zwei ganz entgegengesetzte Funktionen in derselben Zeit ausüben kann: Resorption von Nahrungspartikeln aus dem Darmlumen und Sekretion von Fermentsubstanz in das Darmlumen. Diese zweifache und gleichzeitige Funktion kann nur in der Weise vor sich gehen, daß in den einen Zellen die Resorption und Sekretion nur in verhältnismäßig schwachem Grade sich gleichzeitig abspielen, während in anderen Zellen desselben Organes entweder die Resorption oder die Sekretion die Oberhand gewinnt, und noch mehr, in einigen Abschnitten desselben Drüsenschlauches erreicht die Sekretionsfunktion einen so hohen Grad, daß hier die Zellen fast

vollkommen zugrunde gehen und erst später wieder regeneriert werden. Mit den zwei erwähnten Funktionen der Mitteldarmdrüsenzellen ist also noch eine dritte verbunden, und zwar die Regeneration der durch die starke Sekretionsfunktion zugrunde gehenden Elemente. Es ist deshalb nicht zu verwundern, daß bei solchen verschiedenartigen, gleichzeitig sich abspielenden Lebensprozessen die histologischen Bilder uns äußerst kompliziert erscheinen.

Die ersten Erscheinungen der Sekretion sind in den kleinen basalen Zellen der Drüse wahrzunehmen. Im Gegensatz zu M. Weber (l. c.) betrachte ich dieselben nicht für Zellen sui generis, sondern mit Murlin (l. c.) nur für jüngere sezernierende Zellen, welche in dem Maaße, als sie wachsen, den großen Zellen gleich werden. Es sprechen dafür folgende von mir konstatierte Tatsachen: 1) In den hinteren blinden Enden der Mitteldarmdrüsenschläuche, wo das Gewebe am jüngsten ist, befinden sich größtenteils nur die kleinen Zellen, worauf schon einige meiner Vorgänge, die Aufmerksamkeit gelenkt haben (Rosenstadt, l. c. 1888); 2) fand ich Übergänge von den typischen, kleinen basalen zu den großen Zellen, so sehen wir z. B., daß in der Fig. 6 die Zelle *g* eine große ist und weit in das Lumen der Drüse hineinragt, daß die Zelle *b* eine kleine basale ist und das Drüsenlumen nicht erreicht und daß die Zelle *ü* endlich uns eine Übergangszelle darstellt. In Fig. 20 sehen wir nebeneinander: links eine kleine, typische basale Zelle, in der Mitte eine große Zelle, rechts von derselben eine Übergangszelle; 3) in denjenigen Partien der Mitteldarmdrüse, wo nach einer sehr energischen Sekretion die Epithelzellen zugrunde gegangen sind und eine Regeneration des Epithels zustande kommt, sieht man überhaupt nur eine Art von Epithelzellen, und zwar junge, ziemlich abgeplattete Zellen, mit horizontal liegenden Kernen, welche später den kleinen wie auch beim weiteren Wachstum den großen Zellen den Ursprung geben. Solche abgeplatteten Zellen sehen wir z. B. an einigen Stellen in Fig. 13.

In Fig. 13 sehen wir zwei solche jungen, etwas abgeplattete Zellen; der langgestreckte Kern, in welchem wir zwei Kernkörperchen nahe den Polen und eine Verengung in der Mitte erblicken, spricht dafür, daß wir es hier mit einer direkten Zellteilung zu tun haben. Solche Bilder haben wir oftmals angetroffen. So sehen wir z. B. in Fig. 14, wo das Drüsenlumen überhaupt von niedrigen Zellen ausgekleidet und wo die Epithelwand nach einer Periode starker

Sekretion in Wachstum und Neubildung begriffen ist, stark abgeplattete, horizontal liegende Kerne mit einem bisquitförmigen Nucleolus, bisquitförmige Kerne mit je zwei Nucleolen, zweikernige Zellen u. s. w. Alle solche Bilder sprechen dafür, daß solche niedrigen abgeplatteten Zellen eben junge, sich regenerierende Elemente darstellen. Noch deutlicher sind diese Vorgänge an Längsschnitten von Mitteldarmdrüsen zu beobachten, in welchen große Massen von Sekret im Lumen liegen und wo an verschiedenen Stellen das Epithel sehr differente Bilder zeigt: stellenweise wenig veränderte, große und kleine Zellen, an anderen Stellen nur ein sehr stark abgeplattetes Epithel, an noch anderen einen fast vollständigen Mangel an Epithelgewebe, so daß hier nur die Tunica propria das Drüsenlumen begrenzt. Solche Bilder beweisen, daß die starke Sekretfunktion mit einem stellenweisen Zugrundegehen und mit einer Neubildung (auf direktem Wege) des Epithelgewebes verbunden ist und daß die abgeplatteten Epithelzellen eben die jüngsten, regenerierenden Elemente darstellen.

In diesen jüngsten, regenerierenden Epithelzellen lassen sich nun die ersten Spuren der Sekretbildung im Cytoplasma beobachten. An Präparaten, die im Champys Flüssigkeit fixiert und nach der Kull'schen Methode gefärbt worden sind, sieht man im Cytoplasma solcher Zellen zahlreiche, sehr feine Chondriosomen, welche mehr oder weniger gleichmäßig im Cytoplasma verteilt sind. Manche dieser Chondriosomen sind etwas größer als die anderen und haben die merkwürdige Eigenschaft, sich mit Osmiumsäure zu schwärzen oder mit Sudan die charakteristische Orangefarbe anzunehmen, was darauf hinweist, daß diese Körnchen fettartige Substanzen enthalten. Ich kann natürlich keinen direkten Beweis erbringen, daß es die Chondriosomen sind, die sich in diese fettartige Sekret- resp. Fermentgranula verwandeln, weil die Chondriosomen gleichmäßig verteilt sind und keine besondere Anordnung zeigen, halte es aber aus folgenden Gründen für sehr wahrscheinlich: 1) die kleinsten, mit Osmiumsäure sich schwärzenden Granula sind von derselben Größe wie die typischen sich mit Fuchsin S tingierenden Chondriosomen (Fig. 6, 8); 2) fand ich auch im Grade der Schwärzung Übergänge von den grau tingierten Granula (unveränderten Chondriosomen) zu solchen, die tief schwarz gefärbt worden sind, und zwar an Präparaten, die in der Zieglwallner'schen Flüssigkeit fixiert und weiter nicht mehr gefärbt wurden

(vergl. die Fig. 11); 3) an Präparaten, die nach der Kopsch'schen Methode (2% Osmiumsäure im Thermostaten bei wenig erhöhter Temperatur während einiger Tage) fixiert worden sind, waren alle Körnchen (also sowohl die Chondriosomen, wie auch die ebenso kleinen oder schon größeren Sekretgranula) ganz ähnlich schwarz gefärbt (Fig. 15).

Die weitere Entwicklung der sekretorischen Funktion der Zellen besteht darin: daß 1) die Anzahl der fettartigen Sekretkugeln sich vermehrt; 2) diese Kugeln, und zwar in den großen Zellen auf Kosten des umgebenden Cytoplasmas einem energischen Wachstum unterliegen und 3) gleichzeitig die freie Oberfläche der sezernierenden Zellen einer Rückdifferenzierung unterliegt.

Was die Anzahl der Sekretkugeln anbelangt, so kann sie so groß werden, daß fast das ganze Cytoplasma von denselben ausgefüllt und nur dünne Cytoplasmastreifen mit den eingebetteten Mitochondrien zwischen diesen Kugeln frei bleiben. Sehr oft bilden die Sekretkugeln zuerst lange Reihen, welche sich durch die ganze Höhe der Zelle ziehen. In Fig. 6 sehen wir in vielen großen Zellen Reihen von Sekretkugeln, welche von der Lumenseite der Zelle bis zur Basis parallel nebeneinander hinziehen. Am meisten häufen sich die Sekretkugeln in der Umgebung des Kernes oder der zwei nebeneinanderliegen Kerne nahe der Zellbasis an, wie wir dies z. B. in *g* in Fig. 6 erblicken.

Was die Größe der Sekretkugeln betrifft, so ist sie sehr verschiedenartig; das Wachstum der Kugeln erfolgt so ungleichmäßig, daß wir neben kolossalen Kugeln auch noch sehr kleine Granula finden und auch in derselben Reihe sieht man Kugeln von verschiedener Größe ohne irgendwelche Regel verteilt, so daß entweder die größten nahe der Zellbasis oder nahe der Lumenseite der Zelle zu liegen kommen, wie wir dies in Fig. 6 erblicken. In Fig. 9 sehen wir einen Teil eines Schnittes durch eine große sezernierende Zelle und wir erblicken hier, wie verschiedenartig groß die nebeneinander liegenden Sekretkugeln erscheinen. Wir sehen hier außerdem, daß überall zwischen diesen Kugeln in dem unveränderten Cytoplasma sehr zahlreiche und äußerst winzige, entweder ganz freie oder zu wellenförmigen Reihen verbundene Chondriosomen liegen.

In Bezug auf die chemische Natur der fettartigen Sekretkugeln wäre noch zu bemerken, daß bei Färbung mit Sudan oder nach

Fixierung der Präparate in Champys Flüssigkeit und nach Färbung nach Kull'scher Methode sowohl die kleinen wie auch die großen Sekretgranula (Fig. 7, 9) sich ganz ähnlich verhalten (Fig. 6, 8). In Präparaten aber, welche in der Zieglwallner'schen Flüssigkeit fixiert worden sind und dann ungefärbt geblieben, oder zur Färbung des Glykogens mit Bests Carmin behandelt worden sind, ist eine große Differenz in der Färbung der kleinen und großen Sekretgranula wahrzunehmen. Während nämlich die kleinen, in den jungen, basalen Zellen vorhandenen Sekretgranula durch Osmiumsäure sich tief schwarz färben, weisen die großen Kugeln eine bläuliche oder grünlich-blaue Farbe auf, welche von den in den großen Kugeln vorhandenen, besonderen, farbigen, fettartigen Substanzen abhängt. Wir sehen also, daß die Sekretkugeln, indem sie wachsen, nicht nur fetthaltige Substanzen von dem umgebenden Cytoplasma in sich aufnehmen, sondern auch gewisse Pigmente (pigmenthaltige Fette) in sich erscheinen lassen, welche in gewissem Grade modifizierend auf ihre Tinktionsfähigkeit wirken.

Über die sezernierende Oberfläche der Epithelzellen der Mitteldarmdrüse läßt sich folgendes mitteilen.

Wie schon oben bemerkt, ist die resorbierende Zelle mit einem aus zwei Schichten bestehenden Stäbchensaum (samt der diese Schichten abgrenzenden Membran) und mit einem Besatz von langen, unbeweglichen Wimpern auf der freien Oberfläche versehen. Bald nach dem Beginn der Resorption, wenn die flüssigen Nahrungspartikelchen in das Cytoplasma einzudringen beginnen, fangen die Wimpern an abzufallen. In Fig. 18 sehen wir die Wimpern auf der linken Seite noch intakt, während sie rechts schon abzufallen beginnen. Auf der Fig. 19 sehen wir die abgefallenen Wimpern bereits frei im Drüsenlumen liegen. Überhaupt kann man an denjenigen Stellen, wo die Epithelzellen eine energischere Sekretionsfunktion zeigen, große Massen vom Wimpern frei im Drüsenlumen antreffen.

Ein weiteres Stadium im Verhalten der freien Oberfläche der sezernierenden Zellen besteht also darin, daß schon keine Spuren von Wimpern zu sehen sind, so z. B. in Fig. 9, wo nur die zwei uns bekannten Schichten des Stäbchensaumes samt der intermediären Membran sichtbar sind.

Ferner kommt es zum Abfall des Stäbchensaumes selbst, und zwar beider Schichten desselben. Ein interessantes Bild einer sol-

cher Involution des Wimperbesatzes und des Stäbchensaumes finden wir in Fig. 7. Ich habe Gründe anzunehmen, daß die beiden Schichten gewöhnlich auf einem differenten Wege zugrunde gehen, und zwar fällt die äußere Schicht (von niedrigeren Stäbchen) wie diejenige von Wimpern ab, die innere aber unterliegt einem Zerfall in feine Körnchen, so daß in gewissem Stadium die erwähnte Grenzmembran die freie Zellenoberfläche bedeckt (s. Fig. 7); doch bald geht auch diese zugrunde.

Die Endstadien der Sekretprozesse in der Mitteldarmdrüse vollziehen sich folgendermaßen: In dem Maße, als die Anzahl und die Größe der fetthaltigen Sekretkugeln wächst, vergrößern sich die Zellen selbst, und zwar sowohl in der Richtung gegen das Drüsenlumen wie auch seitlich, so daß die Grenzen zwischen den benachbarten Zellen stellenweise verschwinden. Durch Eindringen der inneren Enden der wachsenden Zellen tief in das Lumen der Drüse hinein kann dasselbe stellenweise verschwinden, da die gegenüberliegenden Zellen mit ihren inneren Enden zusammenstossen; wir sehen solche Bilder z. B. in Fig. 6 und 8. Mit dem weiteren Fortschreiten des Sekretionsprozesses können die Nachbarzellen vollkommen miteinander zusammenfließen, die stark vergrößerten und aufgequollenen Sekretkugeln fließen ebenfalls stellenweise zusammen und bilden Sekretmassen, welche sich als überaus große, tropfenartige, unregelmäßige, kontinuirliche Bildungen darstellen (Fig. 8, 15). Wir haben hier vor unseren Augen zugrundegehende Zellen und Zellenkomplexe, welche sich vollkommen verbrauchen, um das flüssige Sekret zu bilden.

Höchst interessant sind Bilder, die wir z. B. in Fig. 8 erblicken und die sehr häufig vorkommen. An einem Querschnitte durch den epithelialen Teil eines stark im Sekretionsprozeß begriffenen Drüsenschlauches, finden wir, daß rechts schon alle Epithelzellen in eine kontinuirliche Sekretmasse verwandelt worden sind, in welcher wir Cytoplasma, nicht zahlreiche Chondriosomen, dagegen sehr viele schwarze Sekretkugeln und frei liegende Kerne unterscheiden. Hier und da sieht man noch an der Masse Spuren von Stäbchensäumen. Die Masse verbindet sich kontinuirlich mit einigen gegenüberliegenden und ebenfalls zugrundegehenden Epithelzellen, während andere Zellen noch vollkommen unverändert sind und ihre Individualität behalten (z. B. links unten und oben).

Das Verhalten der Kerne während der Sekretion

müssen wir gesondert betrachten. Meine diesbezüglichen Beobachtungen stimmen mit denjenigen von Maziarski (1910) über die morphologischen Veränderungen im Bau der Kerne der Sekretzellen im Hepatopancreas der marinen Isopoden überein. Die Hauptdifferenz in unseren Beobachtungen besteht darin, daß Maziarski hauptsächlich nur die Veränderungen im Kerne beschreibt und sich sehr wenig mit denjenigen im Cytoplasma beschäftigt und den Zerfallsprozessen und den Involutionserscheinungen im Cytoplasma, die mit der Sekretion der Hepatopancreasschläuche verbunden sind, zu wenig Aufmerksamkeit schenkt. Er sagt zwar (pag. 578): „le travail du noyau de la cellule glandulaire accompagne le travail sécrétoire du protoplasme... le noyau joue dans cette fonction un rôle important parce qu'il fournit le matériel nécessaire pour la production de la sécrétion du sein du protoplasme. En tous cas on ne peut rejeter le rôle actif[1]) du protoplasme dans la fonction sécrétoire des éléments glandulaires". Es ist mir unbekannt, ob bei den marinen Isopoden ähnliche Involutionsprozesse in den Zellen der sezernierenden Mitteldarmdrüsen, verbunden mit dem Zugrundegehen ganzer Partien des Epithels, vorkommen, wie ich es bei den Landisopoden beobachtete, doch habe ich Gründe anzunehmen, daß es wirklich so ist (vergl. z. B. die Fig. 56, Taf. XXVII in Maziarskis Arbeit, wo die Involutionsprozesse im Cytoplasma ziemlich stark sind). In solchen Fällen könnte man aber nicht sagen, daß „en tous cas on ne peut rejeter le rôle actif du protoplasme dans la fonction sécrétoire", sondern müßte betonen, daß die Hauptrolle hier das Cytoplasma spielt, daß von ihm aus die Sekretion vorwiegend ausgeht und daß der Kern eher eine Nebenfunktion, obwohl eine äußerst wichtige, dabei hat. Wir haben oben gesehen, daß der Sekretionsprozeß bereits in jungen Zellen beginnt und daß im Cytoplasma eine ungeheure Anzahl von fetthaltigen Sekretkugeln erscheint, womit Zerfallprozesse der Zellen verbunden sind Und nun ist es besonders wichtig und interessant festzustellen, daß zu Beginn dieser intraplasmatischen Prozesse, der Kern noch ganz unverändert bleibt und erst nachher spezifischen Veränderungen zu unterliegen beginnt.

In Fig. 8 sehen wir, daß die sekretorische Funktion des Cyto-

[1]) Von mir gesperrt.

plasmas schon sehr weit fortgeschritten ist, daß stellenweise, wie oben erwähnt, schon die Grenzen zwischen nebeneinander und gegenüber liegenden Zellen verschwunden sind und trotzdem die Kerne ihre intakte Struktur noch behalten: das Chromatin ist in Gestalt von Brocken oder Körnchen ziemlich gleichmäßig verteilt, es treten 1 oder 2 große Nukleolen auf, die sich aber nicht vollkommen spezifisch färben, d. h. nach Fuchsin S nicht eine tief rote (wie die Mitochondrien), sondern eine mehr orangefarbige Tinktion annehmen (unter dem Einfluß von Aurantia); das Chromatin färbt sich spezifisch, und zwar violett nach der Kull'schen Methode und nimmt eine grüne Farbe nach der Biondi-Heidenhain'schen Tinktion an (Methylgrün), färbt sich also basisch. Die Kernmembran ist intakt. Dieselben typischen Verhältnisse im Bau der Kerne sehen wir auch in Fig. 6, wo wir ein jüngeres Stadium des Sekretionsprozesses vor uns haben.

Der Kern unterliegt in späteren Stadien folgenden Veränderungen: Derselbe erfährt 1) in dem Maße, als die Zelle wächst, ebenfalls eine Vergrößerung seines Volumens; 2) die Vergrößerung kann so weit gehen, daß der Kern bis zum zweifachen seines Volumens wächst; 3) gleichzeitig nimmt er eine mehr ovoide Gestalt an und sammelt in zahlreichen Vakuolen flüssigen Kernsaft an, was zur Folge hat, daß das Chromatin in ein Netz von einem typisch alveolären Charakter umgestaltet wird. Einen solchen schönen netzförmigen Bau des Chromatins, welcher an analoge Stadien in Maziarskis Arbeit (1910) lebhaft erinnert, sehen wir in Fig. 10; 4) ein Teil des Chromatins geht aber nicht in das erwähnte Netz über, sondern bleibt in Form von Körnchen oder Kügelchen übrig, die teilweise in den Knotenpunkten des Netzes, teilweise in der Mitte der flüssigen Kämmerchen zu liegen kommen und in dem Maße, als stellenweise die Kernmembran zerreißt, nach außen in das Cytoplasma austreten, um zusammen mit diesem letzteren bei dem fortschreitenden Sekretionsprozeß einem Zerfall zu unterliegen. Solche Chromatinkörnchen und Kügelchen, teils in dem Kern, teils schon außerhalb desselben, sehen wir in Fig. 10; 5) in dem Maße, als dies geschieht, verliert das Chromatin sein bisheriges Vermögen, sich mit basischen Farbstoffen zu tingieren; vielmehr beginnt es sich nach der Kull'scher Färbung mit Fuchsin S rot zu färben, wie wir dies in der erwähnten Figur erblicken; 6) während dieser Veränderungen wächst das Kernkörperchen und unterliegt

endlich einer vollkommenen Verflüssigung, wobei es dabei eine acidophile Färbung annimmt. In Fig. 10 sehen wir (nach der Kull'schen Färbungsmethode) ein rot tingiertes Kernkörperchen, wobei um dasselbe eine Verflüssigung zu sehen ist. Diese Verflüssigung kann noch weiter fortschreiten, so daß sich die Konturen des Nucleolus verwischen. Ich meine aber, daß ein Teil der Nukleolarsubstanz in manchen Zellen übrig bleibt, um später bei der eventuellen Rekonstruktion der Kerne in diesen Zellen den neuen Nucleolus zu bilden.

Ein Teil der Kerne geht auf die oben beschriebene Art und Weise zugrunde, indem diese Kerne samt dem Cytoplasma sich in das Sekret verwandeln. Bei solchen zugrundegehenden Kernen verwischt sich allmählich die Kernmembran, es zerreißen die Fäden des Chromatinnetzes und der ganze Kern unterliegt endlich einem vollständigen Zerfall, so daß seine Spuren in dem breiartigen Sekret der Drüse unsichtbar werden.

Die Regeneration der Kerne in den regenerierenden Sekretionszellen. Wir haben schon oben gesehen, daß während des sehr regen Sekretionsprozesses der Mitteldarmdrüse ganze Abschnitte des Epithels vollkommen zugrunde gehen, während in anderen Abschnitten desselben gleichzeitig das Zugrundegehen von manchen größeren Zellen und eine Regeneration des Epithels hauptsächlich auf Kosten der kleineren basalen Zellen, die sich abplatten, zu Stande kommt wie in den Fig. 13 und 14.

In Fig. 14 ist eine Partie eines bereits regenerierten, noch ziemlich niedrigen und verhältnismäßig mit noch spärlichen Sekretkugeln erfüllten Epithels abgebildet. In allen diesen unlängst regenerierten Epithelzellen sehen wir, daß die Kerne den oben beschriebenen Bau behalten, welchen sie während des verstärkten Sekretionsprozesses angenommen haben, und zwar: ein nach acidophil sich färbendes Chromatinnetz mit einem großen acidophilen Nucleolus; in manchen Zellen sieht man den Nucleolus im Zustande einer Teilung (bisquitförmiger Nucleolus), in anderen einen direkt sich teilenden Kern (bisquitförmiger Kern), in noch anderen sieht man schon je zwei Kerne in einer Zelle.

Bald nimmt aber der Kern seinen ursprünglichen Bau an, er rundet sich ab (anstatt wie bisher ovoid zu sein), das Chromatinnetz bekommt die Fähigkeit sich basophil zu tingieren, dann verschwindet das Netz, das Chromatin erscheint nun wieder in Gestalt

von Brocken und Körnchen, das Kernkörpchen oder die zwei Kernkörpchen verlieren die Eigenschaft, sich sehr typisch acidophil zu färben und wir bekommen endlich solche Kerne, wie diejenigen in Fig. 6 oder 8.

Wenn wir alles über die Sekretion des Mitteldarmepithels Gesagte zusammenfassen, ergeben sich folgende Schlüsse:

a) Die Sekretion wird vom Cytoplasma eingeleitet, doch spielt auch der Kern dabei eine wichtige Rolle.

b) Bei der Sekretion kommt es zu einem vollkommenen oder teilweisen Zerfall von Cytoplasma und Kern.

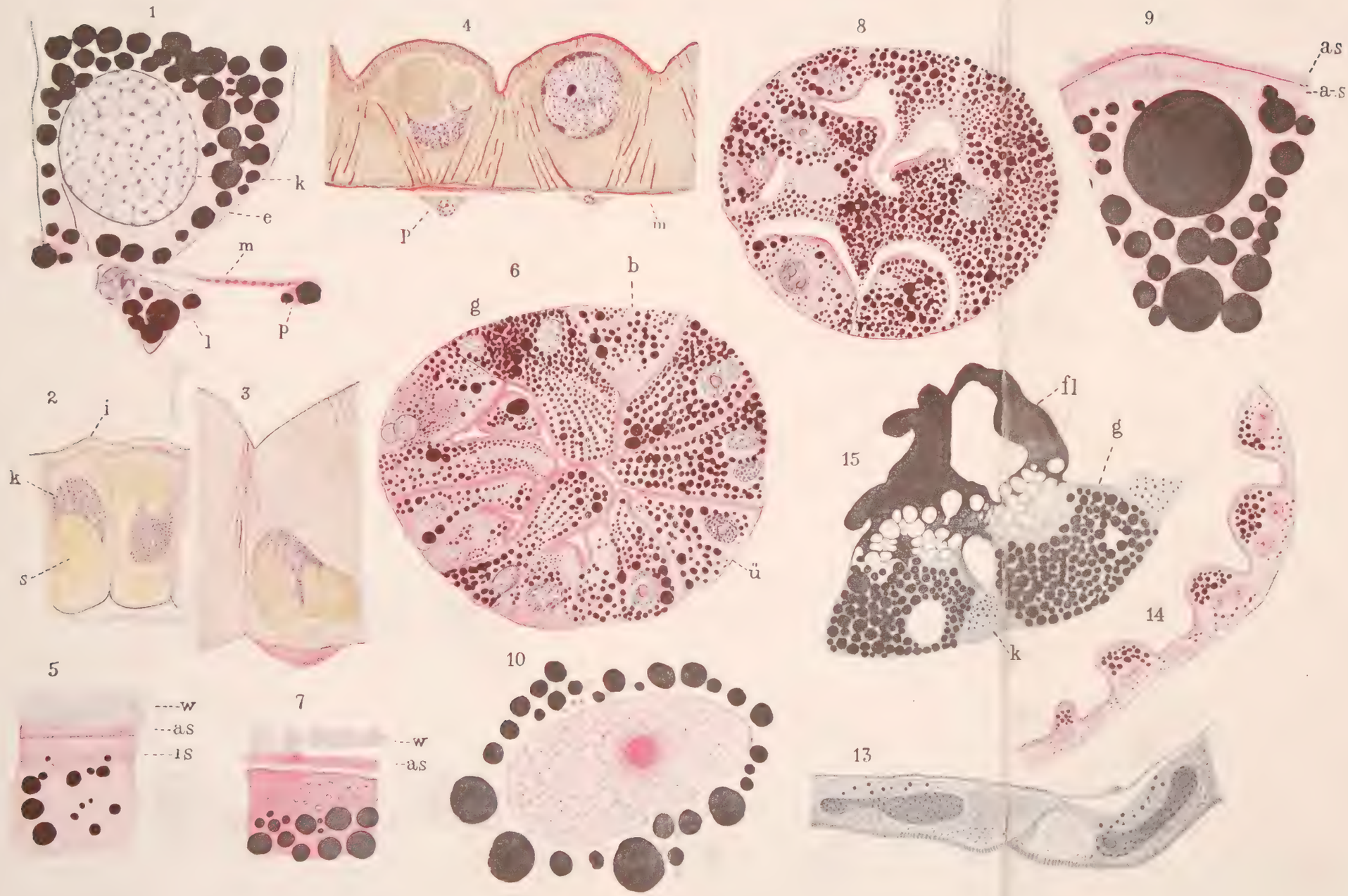
c) Ganze Abschnitte der Epithelwand unterliegen einem Zerfalle, während in anderen Abschnitten nur die größeren, älteren Zellen zerfallen und zugrunde gehen, die jüngeren aber infolge einer direkten Vermehrung das Epithel regenerieren, indem sie zuerst ein ziemlich abgeplattetes Epithel bilden, welches dann allmählich wächst.

d) Bei der Bildung des Sekretes im Cytoplasma spielt das Chondriom eine wichtige Rolle, indem die Chondriosomen höchst wahrscheinlich Ausgangszentra zur Bildung von fetthaltigen Sekretgranula und Sekretkugeln darstellen.

e) Die Kerne fast aller Zellen unterliegen einer Involution, indem sie wachsen, ein acidophiles Chromatinnetz erhalten, den Nucleolus vollkommen oder teilweise durch Verflüssigung verlieren und in gleicher Weise einen Teil des Chromatins durch dessen Austritt in das Cytoplasma. In den vollkommen zugrunde gehenden Zellen zerfallen auch die Kerne vollkommen, indem sie sich samt dem Cytoplasma in flüssiges Sekret verwandeln. Bei den regenerierenden Zellen unterliegt der Kern einer Reihe von Veränderungen, die ihm endlich die primäre Struktur verleihen (körnchenhaltiges basophiles Chromatin, 1 oder 2 Nucleolen).

4. Das Glycogen in dem Epithel der Mitteldarmdrüse.

Ebenso wie in dem Epithel des Mitteldarmes finden wir auch reichliche Ablagerungen von Glycogen in den Zellen der Mitteldarmdrüse, und zwar sowohl in den kleinen basalen, wie auch in den großen Zellen, die schon reich an fetthaltigen Sekretkugeln sind.



J. Nusbaum-Hilarowicz.

Wie im Mitteldarmepithel, so bleibt auch im Epithel der Mitteldarmdrüse das Glycogen bei hungernden Tieren ziemlich lange als Reservestoff bestehen. Erst bei Individuen, welche drei Monate in vollkommenem Hungerzustande blieben, findet man keine Glycogenspuren im Cytoplasma der Mitteldarmdrüsenzellen.

In den kleinen Zellen tritt das Glycogen (nach Fixierung in der Zieglwallner'schen Flüssigkeit und nach Färbung mit Bests Carmin) in Form von sehr feinen karminroten Körnchen auf, welche der Größe nach den Chondriosomen oder fetthaltigen, kleinsten Sekretgranula ähnlich sind; hier und da erscheinen aber auch etwas größere Glycogengranula, wie wir dies in Fig. 11 sehen (links unten). In der großen Zelle sind die Glycogengranula minder gleichmäßig im Cytoplasma verteilt (wie dies gewöhnlich in den kleinen zu sehen ist), sondern häufen sich gewöhnlich im inneren Abschnitte der Zelle oberhalb der Kernes nahe dem Stäbchensaum an. Sie bilden hier entweder kleine Granula oder etwas größere ausgezogene, ovoide Körperchen, und zwar selbst an Präpareten, die mit Wasser nicht in Berührung gekommen sind, das auf die Quellung der Körnchen einen Einfluß hätte ausüben können. Hier und da verbinden sich je zwei oder drei in die Länge ausgezogene Glycogenkörperchen zu einem zwei- oder dreiästigen Ganzen, wie wir dies in Fig. 11 erblicken.

Das Manuskript war im Februar 1917 abgeschlossen, aber infolge des am 13. März 1917 erfolgten Todes des Verfassers nicht vollkommen druckreif; durchgesehen und zum Druck fertiggestellt wurde es von Prof. H. Hoyer in Krakau.

Erklärung der Abbildungen.

Sämtliche Abbildungen beziehen sich auf *Oniscus mur.* und wurden mit dem Zeiss'schen Zeichenprisma angefertigt.

Tafel 2—3.

Fig. 1. Basaler Teil einer Mitteldarmdrüsenepithelzelle nach der Kull'schen Färbung; *e* — Epithelzelle, *k* — Kern, *l* — Leukocyt, *m* — Muskelzelle, *p* — Peritonealzelle (Zeiss, Oc. comp. 8. S. hom. Imm. 2 mm. Apert. 1.30).

Fig. 2. Querschnitt durch zwei Mitteldarmepithelzellen nach der Kull'schen Färbung; *k* — Kern, *s* — Sekretvakuolen, *i* — Intima (Zeiss, Oc. 2, S. hom. Imm. 2 mm., Apert. 1.30).

Fig. 3. Querschnitt durch eine Typhlosoliszelle des Mitteldarmes. Unten links ein Stück der Chitinintima im Flächenschnitt, weshalb die Poren sichtbar sind. Im Zusammenhange mit dem Kerne vakuolenartige Sekretmassen. Färbung nach Kull. (Zeiss, Oc. 1, S. hom. Imm. 2 mm. Apert. 1.30).

Fig. 4. Querschnitt durch einen Teil der Mitteldarmwand (aus der Dorsalseite hinter der Typhlosolis). Färbung nach Kull. (Zeiss, Oc. 2, S. hom. Imm. 2 mm. Apert. 1.30). Bezeichnungen wie in Fig. 1.

Fig. 5. Ein Teil eines Querschnittes durch eine Mitteldarmdrüsenzelle während der Resorption; *w* — Wimpern, *is*, *as* — innerer und äußerer Stäbchensaum. (Zeiss, Oc. 8, S. hom. Imm. 2 mm. Apert. 1.30, Tubuslänge 120).

Fig. 6. Querschnitt durch die Mitteldarmdrüse; *b* — basale kleine Zelle, *g* — große Zelle, *ü* — Übergangszelle. (Zeiss, Oc. 2, S. DD).

Fig. 7. Fragment eines Querschnittes durch den apikalen Teil der Mitteldarmdrüsenzelle. Kull'sche Färbung, *as* — äußerer Stäbchensaum, *w* — Wimpern. (Zeiss, Oc. comp. 8, S. hom. Imm. 2 mm. Apert. 1.30. Tubus 120 mm).

Fig. 8. Querschnitt durch die Mitteldarmdrüse. Bezeichnungen und Vergrößerung wie in Fig. 6.

Fig. 9. Teil eines Querschnittes durch den apikalen Teil einer Mitteldarmdrüsenzelle. Kull'sche Färbung, *is* — innerer, *as* — äußerer Stäbchensaum. (Zeiss. Oc. comp. 8, S. hom. Imm. 2 mm. Apert. 1.30. Tub. 120 mm).

Fig. 10. Querschnitt durch den Kern stark sezernierender Zellen der Mitteldarmdrüse mit einer kleinen Partie des umgebenden Cytoplasmas. Kulls Färbung. (Zeiss, Oc. comp. 8, S. hom. Imm. 2 mm. Apert. 1.30. Tubuslänge 120).

Fig. 11. Querschnitt durch eine große und kleine sezernierende Zelle der Mitteldarmdrüse, fixiert in der Zieglwallner'schen Flüssigkeit, tingiert mit Bests Carmin; rot gefärbt Glycogengranula, schwars und bläulich gefärbt Sekretgranula. (Zeiss, Oc. 4, S. hom. Imm. 2 mm. Apert. 1.30. Tubuslänge 120).

Fig. 12. Querschnitt durch eine Mitteldarmzelle; Zieglwallner'sche Flüssigkeit. Bests Carmin. (Zeiss, Oc. 4, S. hom. Imm. 2 mm. Ap. 1.30).

Fig. 13. Querschnitt durch zwei regenerierende Zellen der Mitteldarmdrüse (Zieglwallner'sche Flüssigkeit). (Zeiss, Oc. 2, S. hom. Imm. 2 mm. Ap. 1.30.

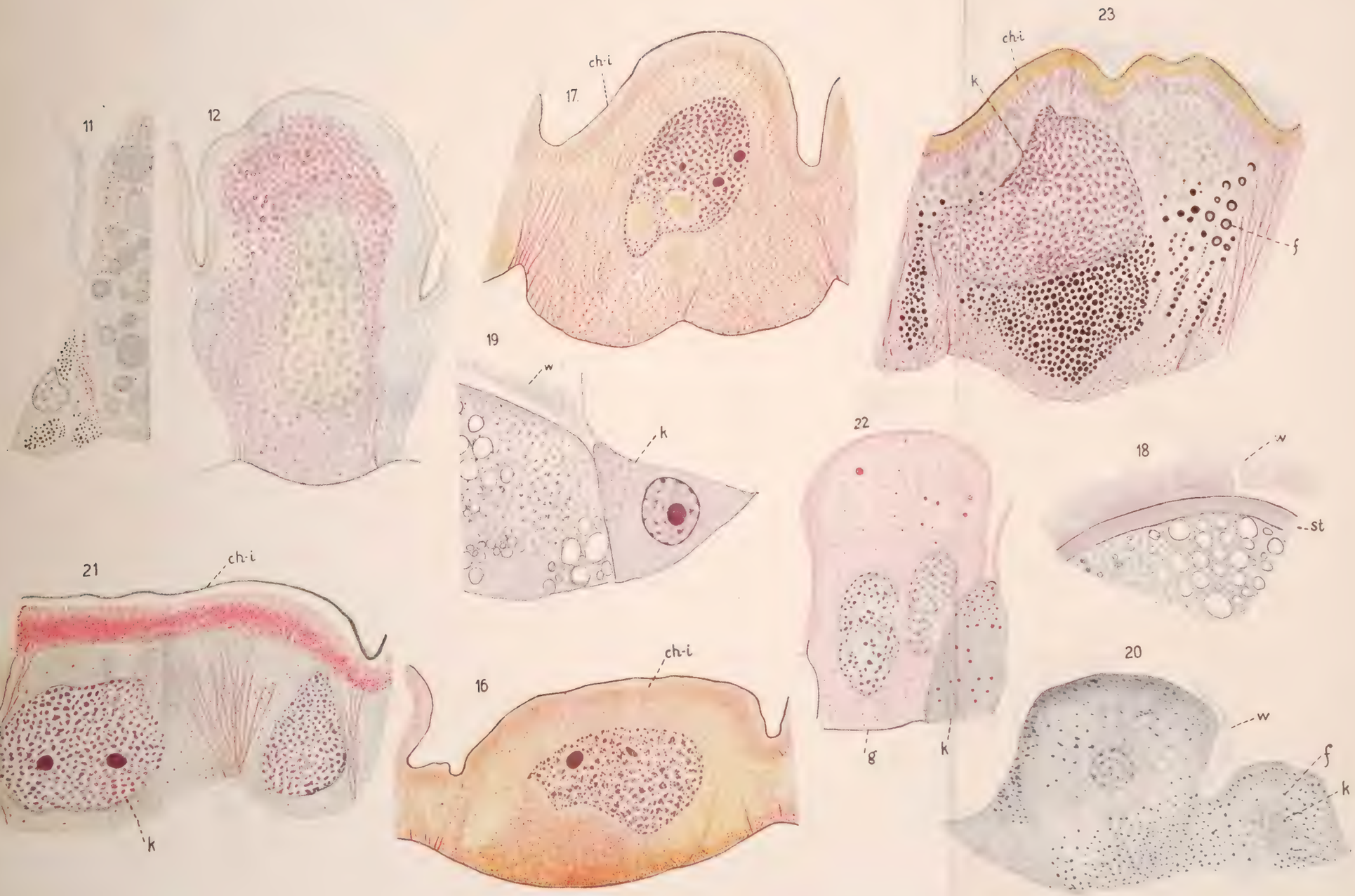
Fig. 14. Querschnitt durch einen Teil der regenerierten Wand der Mitteldarmdrüse. Fixierung in Champys Flüssigkeit. Tinktion nach Kull. (Zeiss, Oc. 2, S. DD).

Fig. 15. Querschnitt durch einige stark sezernierenden Epithelzellen der Mitteldarmdrüse; Kopsch'sche Methode: *g* — große Zelle, *k* — kleine Zelle, *fl* — flüssiges Sekret. (Zeiss, Oc. 4, S. C).

Fig. 16 – 17. Querschnitte durch das Mitteldarmepithel. Fixierung nach Champy Tinktion nach Kull; *chi* — Chitinintima. (Zeiss, Oc. 4, S. hom. Imm. 2 mm. Ap. 1.30).

Fig. 18—20. Querschnitte durch Teile des Epithels der Mitteldarmdrüse nach Fütterung mit Eisenpeptonat; *b* — Berlinerblaukörnchen, *k* — kleine Zellen, *g* — große Zellen, *w* — Wimpern, *st* — Stäbchensaum (Fig. 18: Zeiss, Oc. 8, S. hom. Imm. 2 mm. Ap. 1.30, Fig. 19: Oc. 4, S. hom. Imm. 2 mm. Ap. 1.30, Fig. 20: Oc. 2. S. hom. Imm. 2 mm. Ap. 1.30).

Fig. 21. Querschnitt durch eine dorsal-seitliche Gegend der Mitteldarmwand eines lange hungernden Individuums. Fixierung in Champys Flüssigkeit, Fär-



J. Nusbaum-Hilarowicz.

bung nach Kull; *chi* — Chitinintima, *k* — Kern. (Zeiss, Oc. 4, S. hom. Imm. 2 mm. Ap. 1.30).

Fig. 22. Querschnitt durch das Mitteldarmdrüsenepithel eines Hungertiers; *g* — große Zelle, *k* — kleine Zelle. Alveoläre Struktur des Plasmas. Behandlung und Vergrößerung wie in Fig. 21.

Fig. 23. Querschnitt durch das Mitteldarmepithel. Fütterung: einige Stunden mit Schweinespeck und Butter. Kull'sche Färbung; *chi* — Chitinintima, *k* — Kern, *f* — begonnene Fettsynthese (Vergr. wie in Fig. 21).

O myrmekofilji niektórych gatunków chabrów krajowych. Über Myrmekophilie einiger polnischen Centaurea-Arten.

Note

de M. ST. KULCZYŃSKI,

présentée, dans la séance du 4 Octobre 1920, par M. Lad. Szafer m. c.

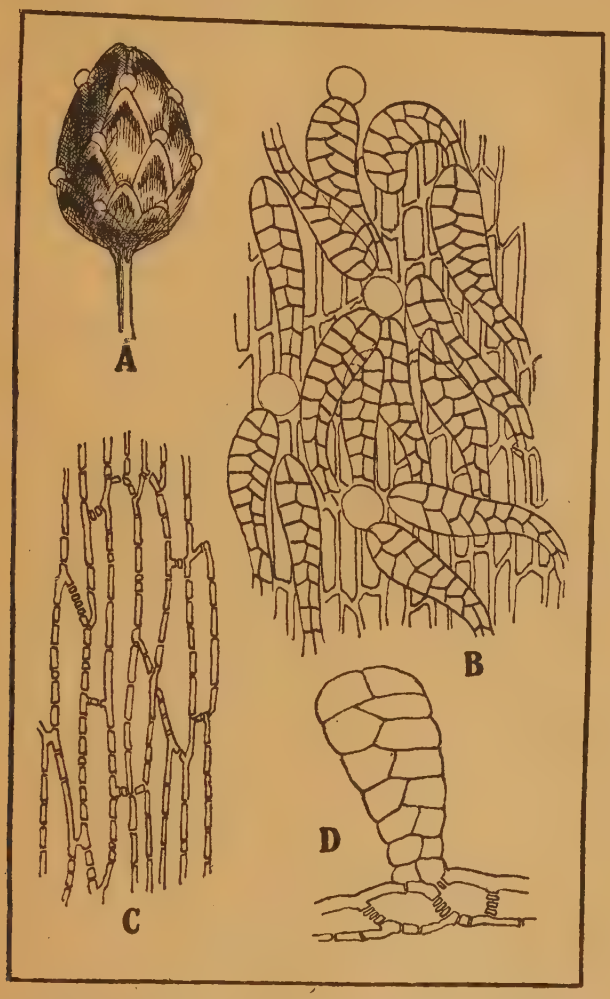
Die Rolle der Ameisen als Beschützer der Blüten ist schon lange bekannt und wurde öfters beobachtet. Einige derartige Pflanzen wurden aus dem südlichen Europa beschrieben. Es sind namentlich *Centaurea alpina, Jurinea mollis* und *Serratula lycopifolia.* Die Hüllschuppen der noch geschlossenen Blütenköpfchen dieser Compositen scheiden reichlich Honig aus; dieser wird von den Ameisen gesammelt, welche gleichzeitig die Knospe gegen Angriffe schädlicher Käfer schützen. Die günstige Wirkung dieses Ameisenbesuches wurde von Wettstein experimentell festgestellt[1]).

Ähnliche biologische Typen finden sich auch unter den Kompositen der polnischen Flora. Es sind *Centaurea ruthenica*, *C. mollis* und *C. axillaris.* Bei *C. ruthenica* werden die Ameisen durch die Zuckerabscheidung an den Anthodialschuppen angelockt (Fig. A). Die Nektarabscheidung erfolgt durch sehr zahlreiche Drüsenzotten, die sich auf der Innenseite der Schuppen befinden (Fig. B). Die ausgeschiedene Flüssigkeit sammelt sich zwischen den dicken, glatten und dicht dachziegelförmig aneinander gereihten Schuppen und wird an der Spitze der Schuppen nach außen ausgepreßt.

Die wasserausscheidenden Zotten sind epidermale Bildungen. Sie entstehen durch Teilung der Epidermiszellen in sehr frühen Entwickelungsstadien der Knospe und funktionieren bis zum Beginn der Anthese. Auf einer erwachsenen Schuppe bilden sich keine neue Zotten. Im Innern der Zellen der Zotten sind große Vacuolen, aber

[1]) Wettstein. Über Kompositen der oester.-ung. Flora mit zuckerabscheidenden Hüllschuppen. Sitzbr. d. Akad. Wiss. Wien 1888.

keine Reservestoffe, wie Stärke, Fett oder Aleuron zu finden. Die Epidermis dagegen, auf der die Zotten stehen, besteht aus verlängerten Zellen, deren Membranen gänzlich verholzt und reichlich



A—C. *Centaurea ruthenica*; A. eine nektarabscheidende Blütenknospe; B. ein mit Wassserdrüsen bedecktes Stück der Epidermiszellen von der Innenseite der Schuppe. — D. *Serratula coronaria*, Wasserdrüse.

mit Tüpfeln durchbohrt sind (Fig. C). Die verholzten, sklerenchymartigen Epidermiszellen leiten das Wasser zu den Zotten, die es reichlich abscheiden. Die Abscheidung kann man direkt in „Para-

ffinum liquidum" unter dem Mikroskop beobachten. Die Spaltöffnungen spielen in der Nektarabscheidung keine Rolle.

Bei *Centaurea mollis* und *axillaris* finden sich auf der Außenseite der Schuppen ganz identisch gebaute Zotten wie bei *C. ruthenica*, die jedoch viel schwächer ausscheiden. Sie werden direkt von den Ameisen gesammelt und verzehrt.

Die wasserabscheidenden Drüsen der beiden Centaureaarten sind homologe Organe. Sie finden sich bei einer großen Anzahl verschiedener Kompositen, selbst bei solchen, die keineswegs myrmekophil sind, wie bei *Lappa*, allen *Centaurea-*, *Jurinea-*, *Sausurea-*, *Serratula-*Arten etc. (Fig. D). In allen Fällen scheiden sie Wasser aus. Die Abscheidung ist stets in Paraffinöl mikroskopisch festzustellen. Die Intensität der Abscheidung sowie der Zuckergehalt der abgeschiedenen Flüssigkeit variiert von Art zu Art.

Die Intensität der Abscheidung sowie die Zahl der wasserabscheidenden Drüsen steht mit dem Bau der Anthodialschuppen im Zusammenhang. Die Arten, welche Anpassungen zur direkten Transpiration in Form von zerschlitzten, membranartigen Schuppenspitzen besitzen, wie z. B. *C. jacea* oder *C. cyanus* zeigen eine sehr geringe Anzahl von Zotten und eine schwache Absonderung des Wassers. Die Arten dagegen, wie *C. ruthenica* oder *Serratula lycopifolia*, die glatte, ganzrandige, angedrückte Schuppen haben, und die stark mit Haaren bekleideten Formen sondern das Wasser am stärksten ab. Die Zotten sind offenbar in erster Linie Regulatoren der Transpiration. Die Knospen der Kompositen, in denen sehr intensive Wachstumsprozesse stattfinden, stellen eine sehr kleine Transpirationsoberfläche dar, die in manchen Fällen, wo keine besondere Transpirationseinrichtungen an den Schuppen vorhanden sind, zu klein ist, um den wachsenden Blüten eine ausreichende Zufuhr von Wasser und der im Wasser gelösten Salze und Assimilitate zu sichern. Die Wasserdrüsen vervollständigen die geringe Transpiration durch Abscheidung des flüssigen Wassers. Diese Abscheidung hört auf zu Beginn der Anthese, das ist im Momente, wenn das Blütenköpfchen eine große Transpirationsoberfläche erlangt. Die Zotten sind keineswegs spezifische Anpassungen an die Symbiose der Pflanze mit den Ameisen und die Myrmekophilie unserer Compositen ist eine Erscheinung, die bei dem Prozesse der Anpassung der Pflanze zur Regulierung der Wasserbilanz ihrer Blütenknospen zufällig erworben wurde.

Nowa melanistyczna forma Vanessa io L. — Neue melanotische Form von Vanessa io L.

Note

de M. *J. PRÜFFER,*

présentée, dans la séance du 6 Décembre 1920, par M. H. Hoyer m. t.

Die Variationen von *Vanessa io* L. kann man in vier Hauptgruppen einteilen. Alle diese Gruppen sind an einigen ins Auge fallenden Merkmalen leicht zu erkennen.

Zur ersten und zahlreichsten Gruppe gehören diejenigen Formen, welche eine Veränderung in der Färbung des Auges auf den vorderen oder hinteren Flügeln aufweisen. Es sind dies die folgenden Formen: *pavo* Stich., *pallida* Tutt., *fulva* Ond., *fischeri* Stdfs. und *exoculata* Weym.

Die zweite Gruppe umfaßt diejenigen Formen, bei welchen die typische Erscheinung des durch das Verdunkeln der Grundfarbe der Flügel ausgesprochenen Melanismus zum Vorschein kommt.

Die Übergangs- und Verbindungsform zwischen beiden Gruppen ist die durch Fischer künstlich erhaltene ab. *antigone* Fisch., auch ab. *jocaste* Urech., ab. *belisaria* Oberth. und ab. *extrema* Fisch., welche auch überwiegend auf experimentellem Wege erhalten wurden.

Zu den melanistischen Formen gehört auch ab. *calorefacta* Urech., welche auf dem braunen Grunde der Vorderflügel vier schwarze Makel besitzt.

Die dritte Gruppe enthält diejenigen Formen, welche sich durch die noch hinzukommenden Zeichnungen der Flügel auszeichnen z. B. ab. *dyophthalmica* Garb.

Zur vierten Gruppe gehören endlich die sich durch ihre Größe unterscheidenden Formen z. B. ab. *ioides* O.

Eine ganz andere systematische Bedeutung haben zwei Subspecies,

in welche die Art *Vanessa io* L. eingeteilt wurde. Die erste Subspecies *sarcloa* Styr. kommt in Sardinien und Sizilien, die zweite Subspec. *geiska* Stisch. in Japan vor.

Am 15 August 1920 habe ich auf einer am Fuße des heil. Bronislavaberges in der Umgegend von Krakau wachsenden Nessel über 100 frisch ausgeschlüpfte Raupen der zweiten Generation von *Vanessa io* L. gefunden. In dem zoologischen Institut der Krakauer Universität weiter gezüchtet, gelangten die Puppen binnen vierzehn Tagen zur Ausbildung, aus welchen am 18. September die Schmetterlinge ausschlüpften.

Unter 97 ausgeschlüpften Schmetterlingen zeigten fünf eine Abweichung von den Formen, die in der Systematik bis jetzt nicht berücksichtigt worden sind.

Auf dem rotbraunen Grunde der Vorderflügel zwischen Cubitus 2 (IV_2 nach Spuler) und Analis I (V nach Spuler) tritt ein

Fig. 1.

schwarzer Makel auf, welcher ungefähr in der Hälfte der Flügellänge liegt. Der große schwarze am Vorderflügelrande vorkommende Makel, welcher das „Pfauenauge" von innen umgibt, tritt in der hinteren, inneren Ecke, daher nur unbedeutend hervor und verlängert sich in Gestalt eines Streifens in der Richtung des frisch entstandenen Makels. Das Vorkommen des neu entstandenen Streifens habe ich bei allen fünf veränderten Formen beobachtet, aber einen deutlichen Makel in der Mitte nur bei zweien.

Diese neue Form nenne ich ab. *irenea* ab. nov.

Ein Exemplar mit Zusatzstreifen hat auch Herr Oberst Witold Niesiołowski in Sikornik in der Umgebung von Krakau gefangen, was deshalb von Bedeutung ist, weil es zeigt, daß diese Form auch

in der Natur vorkommt. Was die äußeren, und zwar thermischen Faktoren anbetrifft, so unterscheiden sie sich nicht viel von den natürlichen, weil während der Zucht der Raupen und Puppen die Fenster des Instituts immer geöffnet waren.

Ab. *irenea* ab. nov. kann man wegen ihrer Neigung zum Melanismus zur zweiten Kategorie der Variationen der Art *Vanessa io* L. zuzählen. Dieser neuen Aberration steht die durch Urech beschriebene ab. *calorefacta* am nächsten, bei welcher vier schwarze Makel an der Basis der II und III Mediana (III_2 u. III_3 nach Spuler) vorkommen. Auch könnte man sie in diejenige Gruppe einreihen, welche eine Verbreiterung des das Auge der Vorderflügel umgebenden schwarzen Makels aufweist.

Der neuentstandene Makel bei ab. *irenea* ab. nov. kann nur dann mit der Kategorie der melanotischen Exemplare in Beziehung gebracht werden, wenn man ihn als Fortsetzung des das Pfauenauge von innen umgebenden Makels betrachtet. Es scheint mir aber, daß die stärkere Verdunkelung in der Mitte des Flügels zwischen dem neu entstandenen Makel und demjenigen, welcher das Auge umgibt, darauf hinweist, daß wir es mit zwei Brennpunkten des Verdunkelns zu tun haben. Der eine von ihnen verbreitet sich von der hinteren, inneren Ecke des das Auge umgebenden Makels, während der zweite zwischen II Cubitus und I Analis liegt. Die Verbindung der beiden unabhängigen Punkte des Verdunkelns gibt das Bild des queren Streifens, welcher sich ungefähr in der Mitte des Flügels befindet.

Vanessa io L. bringt gewöhnlich nur eine Generation im Jahre hervor, und zwar erscheinen die Schmetterlinge im Juli und leben bis zum Ende des Sommers. Nur die Weibchen überwintern; es findet hier also die sogen. immaginale Diapuse statt. Eine zweite Generation tritt verhältnismäßig selten auf. Wäre *Vanessa io* L. bei uns regelmäßig zweibrütig, so könnte man das Vorkommen des Melanismus bei der zweiten Generation als Tendenz zum Saisondimorphimus betrachten.

Der frühe und warme Frühling und auch lange und warme Herbst in diesem Jahre begünstigte offenbar das vielfache Erscheinen einer zweite Generation.

Vergleicht man die für ab. *irenea* ab. nov. charakteristischen Merkmale mit der Zeichnung der Flügel der anderen Species der Gattung *Vanessa*, so bemerkt man leicht, daß der Makel zwischen II Cubitus

und I Analis für die genannte Gattung nicht neu ist, sondern bei *Vanessa urticae* L., *V. polychloros* L. und *V. xanthomelas* Esp. vorkommt und nur bei *V. antiopa* L. fehlt.

Indem ich eine weitere, spezielle Analyse der Zeichnungen der paläarktischen Formen der Gattung *Vanessa* beiseite lasse, will ich nur auf die zwei, neben dem inneren Rande liegenden Makel hinweisen. Bei dieser Betrachtung ziehen wir nur den ersten und zweiten Makel von der Basis rechnend in Betracht. Diese zwei Makel treten ausnahmslos bei allen Arten dieser Gattung auf und sind sogar den verwandten Gattungen *Polyogonia* und *Pyrameis* eigen. *V. io* L. und *V. antiopa* L., welche auf den Vorderflügeln außer den zwei neben dem Vorderrande vorkommenden schwarzen Makeln keine andere bezitzen, unterscheiden sich dadurch von allen übrigen Arten dieser Gattung.

Ab. *irenea* ab. nov. mit dem dritten, für die Mehrheit der Gattung *Vanessa* charakteristischen schwarzen Makel, verbindet die Art *V. antiopa* L. mit der Art *V. urticae* L. Auch andere Merkmale nähern diese dritte Form den oben erwähnten Arten.

Auf Gruud der Zeichnungsanalyse kann man das System der Gattung *Vanessa* sich (wie Spuler) in folgender Weise vorstellen:

V. antiopa L.
„ *io* L.
„ *urticae* L.
„ *polychloros* L.
„ *xanthomelas* L.

Als Ausgangspunkt in diesem System dient *V. antiopa* L. mit wenig verschiedenartiger Zeichnung der Vorderflügel, das Ende bildet *V. xanthomelas* Styr., welche mit der Gattung *Polyogonia* in Verbindung steht. Es scheint mir also, daß das System von Rebel und Seitz, in welchem *V. io* L. am Anfange und *V. antiopa* L. am Ende steht, nicht entsprechend ist.

Die Exemplare von *Vanessa io* L. ab. *irenea* Prüffer sind in dem Museum der physiographischen Kommission der Akademie der Wissenschaften in Krakau aufbewahrt.

Krakau 20 X. 1910.
Aus dem Zoologischen Institute der Jagellonischen Universität in Krakau.

Królewskie ogrody botaniczne króla Jana Kazimierza w Warszawie. — Le jardin botanique du roi Jean Casimir à Varsovie.

Extrait d'un mémoire

de M. *J. ROSTAFIŃSKI* m. t.,

présenté dans la séance du 6 Décembre 1920.

Le roi Jean Casimir possédait à Varsovie deux palais situés dans les faubourgs de la ville et entourés de magnifiques jardins très étendus. Les catalogues des plantes cultivées dans ces jardins ont été publiés à Gdańsk (Danzig) en 1651 par Martin Bernard, chirurgien du roi. Chacun de ces catalogues a sa nomenclature spéciale ce qui s'explique par le vague et l'inprécis de la nomenclature botanique au XVII^{e} siècle. L'auteur a traduit ces dénominations botaniques en termes scientifiques employés aujourd'hui; il a dressé une liste des plantes en question selon le système naturel. Il résulte de cette liste qu'on cultivait dans les deux jardins mentionnés 761 espèces de plantes sans compter plusieurs centaines de variétés. C'est ainsi qu'on y cultivait une quantité de fleurs, légumes et fruits destinés aux besoins de la cour royale, ainsi qu'environ 200 plantes médicinales pour la pharmacie du roi. Pourtant on y trouve encore un grand nombre d'espèces sauvages, entre autres environ 120 provenant du pays même, ce qui donne à ces jardins le caractère de jardins botaniques. Par rapport aux plantes non-européennes les catalogues spécifient pour la plupart des plantes orientales ou provenant de l'Amérique du Sud et arivées en Europe dès le XVI^{e} siècle. Par contre, on n'y voit pas de plantes originaires de l'Amérique du Nord. Cette lacune est d'autant plus frappante qu'il s'agit de l'époque de Marie-Louise de Gonzague, reine de Pologne, femme de Jean Casimir. Or, dès les premiers trente ans du XVII^{e} s., le jardin botanique de Paris possédait déjà un grand nombre de plantes canadiennes.

Jeziorka czarnohorskie. — Die Seen des Czarnohorapasses.

Note

de M^lle^ ***J. WOŁOSZYŃSKA,***

présentée, dans la séance du 6 Décembre 1920, par M. Lad. Szafer m. c.

Der Czarnohorapaß (bis 2058 m) in den Ost-Karpathen beherbergt in seinen felsigen Kesseln viele kleine Seen, welche jedoch schon größtenteils in Hochmoor, in Sümpfe und feuchte Wiesen übergegangen sind. Die Verfasserin hatte zwei kleine Proben bearbeitet, und zwar aus dem See unter dem Gutin-Tomnatik (die Meereshöhe des Sees 1791 m), welcher arm an Algen war, und aus dem kleinen See unter dem Turkuł (Niesamowite Jeziorko 1750 m), dessen Ufer teilweise von Torfmoor gebildet werden. In diesem See überwiegen die Desmidiaceen; die Diatomaceen waren nur in kleiner Zahl der Arten repräsentiert, außerdem befanden sich dort einige Protococcaceen, wie *Pediastrum tricornutum* v. *alpinum*, einige Chroococcaceen, und weiter *Peridinium cinctum* und *Synura urella*. Zwischen diesen *ca.* 80 Arten und Varietäten sehen wir neben den kosmopolitischen Formen mehrere hochalpine Arten, welche bisher nur aus den Alpen, aus der Hohen Tatra und aus den Sudeten bekannt waren. Diese Verhältnisse sind in Tabellen dargestellt.

Table des matières par noms d'auteurs

contenues dans le Bulletin international de l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres (Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles. — Série *B*: Sciences Naturelles).

Année 1920.

Le nombre inscrit à la suite de chaque Mémoire indique la page.

Anigstein (L). Some observations on „Vibrio thrix zeulanica" (Castellani) 1.

Browiński (J). Dosage de l'urée dans le sang par le xanthydrol. Contribution à l'étude de la vitesse de la disparition de l'urée du sang pendant la digestion 52.

Fedorowicz (Z). Embouchure des coeurs lymphatiques dans les veines des amphibies 56

Kozłowska (A). Sur les céréales fossiles néolitiques en Pologne 7.

Kulczyński (St). Über Myrmekophilie einiger polnischen Centaurea-Arten 118.

Nusbaum-Hilarowicz (J). Zur Histologie und Physiologie der Verdauungsorgane der Landasseln, zugleich ein Beitrag zur Kenntnis der Resorptionsvorgänge im Tierreich 67.

Prüffer (J). Neue melanotische Form von Vanessa io L. 121.

Rostafiński (J). Le jardin botanique du roi Jean Casimir à Varsovie 125.

Talko Hryncewicz (J). Le membre thoracique et les proportions de ses parties constituantes chez les différents peuples (résultats de recherches exécutées en 1915—1919) 15.

Tondera (F). Influence de la pesanteur sur les plantes plongées dans de l'eau 64.

Włodek (J). Recherches sur l'influence des engrais chimiques sur les coefficient chlorophyllien 19.

Wołoszyńska (J). Die Seen des Czarnohorapasses 126.

Wóycicki (Z). La séparation des valves des anthères et le rôle du stomium 62.

BULLETIN INTERNATIONAL
DE L'ACADÉMIE POLONAISE DES SCIENCES ET DES LETTRES

CLASSE DES SCIENCES MATHÉMATIQUES ET NATURELLES.

SÉRIE *B*: SCIENCES NATURELLES.

DERNIERS MÉMOIRES PARUS.

(Les titres des Mémoires sont donnés en abrégé).

A. Kozłowski. Über Neubildung der Plastiden aus Chondriosomen in den Pflanzenzellen . . . . . Janv.—Avril 1919

J. Prüffer. Beobachtungen über die postembryonale Entwicklung des in Sauerstoffatmosphäre gezüchteten Schwammspinners *Lymantria dispar* L. . . . . Janv.—Avril 1919

J. Lilpop. Contribution à la connaissance du tissu assmilateur Janv.—Avril 1919

F. Rogoziński. Sur les transformations des nitrates dans l'organisme animal . . . . . Janv.—Avril 1919

J. Talko-Hryncewicz. Etudes sur la crâniologie de l'Asie Nord-Est. Les crânes des Kamtschadales, des Koriaques et des Aleoutes . . . . . Janv.—Avril 1919

W. Vorbrodt. Elaboration de l'azote et du phosphore dans le mycélium d'*Aspergillus niger* . . . . . Janv.—Avril 1919

S. Kulczyński. Recherches géographiques et morphologiques sur les oeillets . . . . . Mai—Juillet 1919

J. Stach. Vorarbeiten zur Apterygoten-Fauna Polens. Teil II: Apterygoten aus den Pieniny . . . . . Mai—Juillet 1919

M. Rose. Localisation histologique dans le cerveau antérieur des crocodiles . . . . . Mai—Juillet 1919

J. Talko-Hryncewicz. Sur le type physique de Pierre Skarga-Pawęzki . . . . . Octob.—Déc. 1919

H. Gajewska. Über Isomorphismus und Heteromorphismus der färbbaren Einschlüsse des Plasmas, ihre gegenseitige Beziehungen und ihre Bedeutung im Leben der Zelle . . . . . Octob.—Déc. 1919

B. Kalocsay-Kalusza. Sur la restitution du testicule de la grenouille brune (*Rana fusca sive temporaria* L.) . Octob.—Déc. 1919

H. Gajewska. Über die Nukleolisation des Keimbläschens und des Ooplasmas der wachsenden Eier von Lithobius Octob.—Déc. 1919

J. Talko-Hryncewicz. Les principaux caractères anthropologiques du peuple et des classes cultivées en Pologne Octob.—Déc. 1919

J. Zubrzycki et **M. Maritczak.** Sur les ferments du corps jaune de l'ovaire pendant la grossesse (*corpus luteum graviditatis*) . . . . . Octob.—Déc. 1919

TABLE DES MATIÈRES.

Janvier—Décembre 1920.

Page

L. Anigstein. Some observations on „Vibriothrix zeulanica“ (Castellani) . . 1

A. Kozłowska. Sur les céréales fossiles néolitiques en Pologne 7

J. Talko-Hryncewicz. Le membre thoracique et les proportions de ses parties constituantes chez les différents peuples (résultats de recherches exécutées en 1915—1919) 15

J. Włodek. Recherches sur l'influence des engrais chimiques sur les coefficient chlorophyllien 19

J. Browiński. Dosage de l'urée dans le sang par le xanthydrol. Contribution à l'étude de la vitesse de la disparition de l'urée du sang pendant la digestion 53

Z. Fedorowicz. Embouchure des coeurs lymphatiques dans les veines des amphibies 56

Z. Wóycicki. La séparation des valves des anthères et le rôle du stomium 62

F. Tondera. Influence de la pesanteur sur les plantes plongées dans de l'eau 64

J. Nusbaum-Hilarowicz. Zur Histologie und Physiologie der Verdauungsorgane der Landasseln, zugleich ein Beitrag zur Kenntnis der Resorptionsvorgänge im Tierreich 67

St. Kulczyński. Über Myrmekophilie einiger polnischen Centaurea-Arten . 118

J. Prüffer. Neue melanotische Form von Vanessa io L. 121

J. Rostafiński. Le jardin botanique du roi Jean Casimir à Varsovie . . 125

J. Wołoszyńska. Die Seen des Czarnohorapasses 126

Le »*Bulletin International*« de l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres (Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles) paraît en deux séries: la première (*A*) est consacrée aux travaux sur les Mathématiques, l'Astronomie, la Physique, la Chimie, la Minéralogie, la Géologie etc. La seconde série (*B*) contient les travaux qui se rapportent aux Sciences Biologiques, y compris la Paléontologie. Les abonnements sont annuels et partent de janvier. Prix pour un an (dix numéros): Série *A*... 116 M; Série *B*... 200 M.

Les livraisons du »*Bulletin International*« se vendent aussi séparément.

Adresser les demandes à la Librairie »G. Gebethner & Cie« Rynek Gł., Cracovie (Pologne).

Prix 150 M.